COLECCIÓN

ROSA SENSAT

21

David Bueno i Torrens

Neurociencia para educadores

Todo lo que los educadores siempre han querido saber sobre el cerebro de sus alumnos y nunca nadie se ha atrevido a explicárselo de manera comprensible y útil

4.ª EDICIÓN

Octaedro

Neurociencia para educadores

Todo lo que los educadores siempre han querido saber sobre el cerebro de sus alumnos y nunca nadie se ha atrevido a explicárselo de manera comprensible y útil

COLECCIÓN

ROSA SENSAT

21

David Bueno i Torrens

Neurociencia para educadores

Todo lo que los educadores siempre han querido saber sobre el cerebro de sus alumnos y nunca nadie se ha atrevido a explicárselo de manera comprensible y útil

OCTAEDRO - ROSA SENSAT

Colección ROSA SENSAT, núm. 71

Título original: *Neurociència per a educadors*

Traducción al castellano: Maria Tricas y David Bueno

Cuarta edición impresa: diciembre de 2018

Primera edición: febrero de 2019

Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
www.octaedro.com
octaedro@octaedro.com

Associació de Mestres Rosa Sensat Avda. Drassanes, 3 – 08001 Barcelona Tel.: 93 481 73 73 – Fax: 93 301 75 50 www.rosasensat.org
publicacions@rosasensat.org

ISBN (papel): 978-84-9921-991-2

ISBN (epub): 978-84-17667-17-7

Fotografía de la cubierta: © Andreu Puig i Martí

Realización, producción y digitalización: Editorial Octaedro

A todos mis alumnos, de quienes y con quienes tantas cosas he aprendido.

Satisfaction
Satisfaction
‘Cause I try and I try and I try and I try
I can’t get no, I can’t get no
When I’m drivin’ in my car
And a man comes on the radio
He’s tellin’ me more and more
About some useless information
Supposed to fire my imagination
I can’t get no, oh no no no
Hey hey hey, that’s what I say
I can’t get no satisfaction

Fragmento de «(I Can Get No) Satisfaction», del álbum Out of our heads, de los ROLLING STONES (1965)

We don’t need no education
We don’t need no thought control
No dark sarcasm in the classroom
Teachers leave them kids alone
Hey! Teachers! Leave them kids alone!
All in all it’s just another brick in the wall.
All in all you’re just another brick in the wall

Fragmento de «Another Brick in the Wall Part II»,del álbum The Wall, de PINK FLOYD (1979)

Traducción:

Satisfacción. / Satisfacción. / Eso que lo intento y lo intento y lo intento y lo intento. / Pero no lo consigo, no lo consigo. / Cuando conduzco mi coche / y aquel individuo que sale en la radio / **me cuenta una y otra vez información inútil, / se supone que para estimular mi imaginación**, / no lo puedo conseguir, no, oh no, no, no. / Eh, eh, eh, eso es lo que digo: / **No puedo obtener ninguna satisfacción.**

N**o necesitamos ninguna educación. / No necesitamos que controlen nuestros pensamientos. / Ningún sarcasmo oscuro en el aula. / Profesores dejen a los alumnos en paz. /** ¡Eh! ¡Profesores! ¡Dejen a los alumnos en paz! / Al fin y al cabo solo es otro ladrillo en el muro. / **Al fin y al cabo solo eres otro ladrillo en el muro.**

Usted elige

¿Un libro de educación que empieza con unas estrofas de canciones de los Rolling Stones y de Pink Floyd en vez de las tradicionales citas de algunos de los muchos pedagogos brillantes que ha dado el país? Este no debe ser un libro muy normal...



* En términos musicales, un *bonus track* es una pieza que se añade al final de una grabación, como incentivo para los oyentes.

Introducción. El oficio más viejo del mundo (y no piensen mal)

La educación es el oficio más viejo del mundo. Ya sé que no estamos acostumbrados a oírlo decir así, pero créanme, muy posiblemente lo sea. El más antiguo y también el que presenta una mayor trascendencia. Una de las mejores pruebas de ello es que la educación es anterior a nuestra especie. De hecho, es anterior a los homínidos, e incluso, según se mire, también es anterior a los mamíferos. Todos los animales que, de una u otra manera, cuidan de sus crías, las educan, pese a que a menudo lo hagan sin darse cuenta y de manera completamente preconsciente. Frecuentemente tampoco nosotros somos conscientes de todo lo que transmitimos a nuestros alumnos, a través, por ejemplo, de nuestras actitudes más inconscientes y de las miradas que, sin darnos cuenta, les dirigimos y nos dirigimos. Los pájaros enseñan a sus hijos a volar, y cuando les llevan comida al nido, con su ejemplo les enseñan cómo deben hacerlo ellos cuando tengan polluelos. Incluso se ha visto que las abejas transmiten algunos aspectos de la gestión de su colmena a los descendientes en una especie de «escuelas». Soy consciente de que buena parte de este comportamiento es instintivo, pero resulta que aprender también lo es. Las personas nacemos con el instinto de aprender, de adquirir nuevos conocimientos sobre nuestro entorno. Y aunque poco a poco lo vamos perdiendo, siempre conservamos algo de él. La magnitud de ese remanente depende de muchos factores, y uno de ellos, quizá el más importante, es el mismo aprendizaje, más concretamente las vivencias que tenemos de pequeños cuando aprendemos cosas nuevas. Por eso los bebés y los niños lo miran todo con los ojos abiertos, muy abiertos, de par en par, atentos a su entorno, para interiorizarlo. Pero muy especialmente se fijan en las otras personas, en los otros niños, en los jóvenes y en los adultos, en sus

gestos, actitudes y miradas, para aprender de lo que ven hacer a los demás. Lo primero que llama la atención a un bebé, pocos días después de nacer, es la mirada de las personas, su cara. Dicho de otro modo, para aprender hay que tener, sobre todo, modelos de aprendizaje –no solo lecciones y currículos.

Todos los mamíferos educamos a nuestras crías. La mayoría lo hacen sencillamente con sus actitudes preconscientes, que los hijos imitan. Sin embargo, algunos mamíferos sociales que además tienen un cerebro muy desarrollado, como los delfines y las orcas, los gorilas, los chimpancés y los bonobos, entre otros, organizan una especie de jardines de infancia para tener un cuidado razonablemente comunitario de las crías, a las que también enseñan muchos de los comportamientos que luego, una vez aprendidos, las ayudarán a sobrevivir cuando sean adultas, favoreciendo que se adapten al medio. Porque la biología de todas las especies conduce a su supervivencia; si alguna hubiera perdido ese instinto, se habría extinguido irremediablemente. Aprender para sobrevivir, este es el imperativo establecido en los instintos. Y en nuestra especie, además, vivimos para aprender.

Quizás se estén preguntando por qué cuento todo esto en un libro de educación, o, mejor dicho, de neurociencia aplicada a la educación. Pronto lo verán, pero de momento les adelanto que esta introducción pretende ser una declaración de intenciones. Para empezar, las personas somos la especie más social de todas, y somos los organismos que tenemos un cerebro más complejo y desarrollado, especialmente en los aspectos más sofisticados de la vida mental, como el lenguaje, el raciocinio y la empatía, entre otros. Somos los únicos que podemos evocar voluntariamente recuerdos pasados e imaginar futuros alternativos, y ajustar nuestro comportamiento actual a las metas que queremos conseguir. Si todos los mamíferos sociales con un cerebro lo bastante complejo educan mínimamente a sus descendientes, en nosotros este proceso alcanza su máxima expresión, hasta el paroxismo. Además, las personas no solo enseñamos estrategias básicas de supervivencia, como, por ejemplo, la manera de coger la comida o de defendernos de los peligros, sino que, a través de la educación, transmitimos

también, o, mejor dicho, transmitimos muy especialmente, todo el legado cultural del que disponemos –humanístico, científico y tecnológico–. O al menos eso es lo que pensamos, porque tal vez lo único que hacemos a través de la educación es favorecer la adaptación de nuestros descendientes al entorno que se encontrarán, el cual incluye también muy especialmente la cultura.

Pero esto no es lo único que hacemos. Si solo hiciéramos esto, la cultura no cambiaría, no progresaría. No solo educamos en la adaptación, también educamos, o deberíamos educar, en el cambio y en la transformación, en la crítica y la reflexión que permiten modificar y transformar la cultura heredada y mudarla en una nueva, de manera tan consciente como sea posible. De hecho, este es también un comportamiento instintivo en los niños, que se denomina *búsqueda de novedades* –y que es la puerta hacia el cambio y la transformación–, un comportamiento que estalla con fuerza y a veces hasta con virulencia durante la adolescencia –a pesar de que a menudo lo percibamos como simple rebeldía.

Se dice que el cerebro es el órgano rector que dirige, integra y gestiona las múltiples actividades del cuerpo. Es absolutamente cierto, pero en esta definición falta un aspecto clave: el cerebro es también, y muy especialmente, el órgano que nos permite adaptarnos al ambiente a través del comportamiento, a la vez que nos permite transformar ese ambiente. La educación incide plenamente en la forma como funciona el cerebro, y, por lo tanto, en toda nuestra vida mental y en todos nuestros comportamientos. No les estoy diciendo nada nuevo con esto, ya lo sé. De educación, honestamente, ustedes saben más que yo, y, por lo tanto, les pido que la lectura que hagan de este libro sea crítica. Ahora bien, si la educación incide en el cerebro y el cerebro es el órgano que nos permite adaptarnos al entorno y transformarlo, saber cómo se forma y cómo funciona, de qué manera aprende, qué le motiva, qué es lo que más valora, cómo retiene la información que recibe y de qué manera la utiliza, tanto preconscientemente como también de manera expresa, nos puede ayudar, de hecho, nos debería ayudar, a afinar aún más nuestras estrategias educativas.

Educar lo es todo. Según el diccionario, es ayudar a alguien a desarrollar sus facultades físicas, morales e intelectuales; transmitir conocimientos, actitudes, valores o formas de cultura; desarrollar y perfeccionar una capacidad o una cualidad, y acostumbrarse a actuar de una manera determinada. En consecuencia, todos somos educadores: los padres, los familiares, los vecinos, los maestros y los pedagogos, y toda la sociedad en general. Todo lo que vemos, oímos, sentimos, pensamos y compartimos; todo lo que nos emociona y nos hace pensar, todas nuestras experiencias nos educan y nos reeducan constantemente, de manera interactiva con los demás y con el entorno. Una cuestión diferente, sin embargo, es cuál debe ser el objetivo consciente de la educación, desde el punto de vista social, familiar y pedagógico. No es una pregunta banal ni retórica, porque según cuál sea la respuesta las estrategias deberán ser unas u otras.

La educación puede obedecer a muchos objetivos diferentes: puede favorecer la formación de personas crédulas y sumisas que no cuestionen el orden establecido; puede servir para formar profesionales capacitados y entregados muy especializados en algún campo laboral concreto, altamente competitivos y que compitan entre ellos para alcanzar un supuesto prestigio profesional, etcétera. En el primer caso, una «buena estrategia pedagógica» podría ser el miedo y mutilar cualquier intento de los alumnos de reflexionar y ejercitar su espíritu crítico. En el segundo, trabajar de manera tan individualista y competitiva como sea posible. Para mí, y lo digo sin rodeos porque desde ahora todo lo que diré tiene relación con esto de una u otra manera, el principal objetivo de la educación debe ser ayudar a las personas a crecer en dignidad. Tan sencillo y a la vez tan complejo como eso. También crecer *con* dignidad, por supuesto, pero, sobre todo, crecer *en* dignidad; es decir, hacer crecer la dignidad propia. Dignidad entendida como el respeto que cada uno merece por el hecho de ser como es, y que, en la misma medida, debe ofrecer a todas las demás personas y a la sociedad; dignidad para aprovechar al máximo nuestras fortalezas y afrontar sin miedo ni complejos nuestras debilidades; dignidad para relativizar y atenuar las amenazas y para profundizar en las oportunidades, individual y colectivamente; dignidad para establecer una sociedad cuyo funcionamiento

sea intrínsecamente digno y dignificante. Todo ello incluye, por lo tanto, las actitudes y las aptitudes, los conocimientos culturales y también la profesionalización, la capacidad creativa y la motivación, la reflexividad, la autoconciencia y las emociones, el trabajo cooperativo y colaborativo y el individual, entre otros aspectos, dado que todo ello acabará formando parte de nuestra vida adulta. Pero no de manera estática, sino transformadora, como explicaba en el párrafo anterior.

> El principal objetivo de la educación debe ser ayudar a las personas a crecer en dignidad.

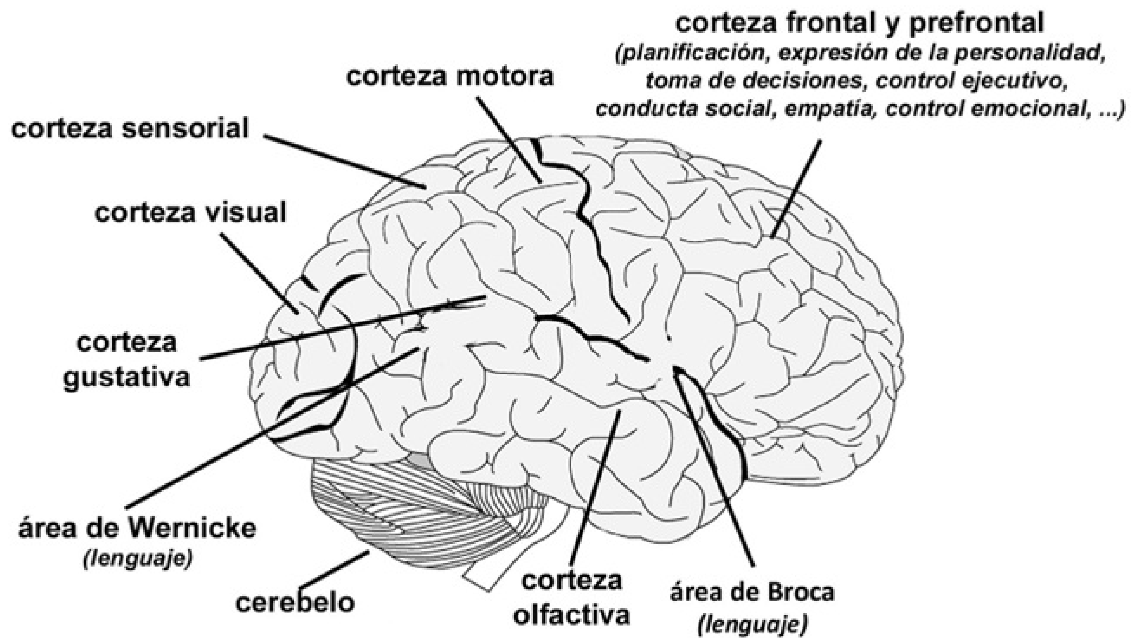
La educación no debe ser un sistema de control mental, como describe la canción de Pink Floyd «Another Brick in the Wall. Part II», una de las citas con las que he empezado el libro, sino un elemento liberador y transformador individual y social que promueva la dignidad a todos los niveles. La educación debe ser un elemento de satisfacción, que surja de la utilidad que estimula nuestra imaginación, una frase que debo a los Rolling Stones, tomada de los primeros compases de «Satisfaction», la otra canción con la que he empezado el libro.

Permítanme un par de definiciones y comentarios más antes de terminar esta introducción. En neurociencia es necesario distinguir la mente del cerebro, a pesar de que su relación sea absolutamente íntima. La mente es el conjunto de facultades psíquicas y de capacidades intelectuales de la persona, y surge del funcionamiento de un órgano biológico muy concreto, el cerebro. La pedagogía, la psicología y la sociología centran su campo de estudio en la mente, individual o colectiva, según el caso. Hasta hace poco más de dos décadas, era francamente difícil estudiar el funcionamiento del cerebro humano y correlacionarlo con aspectos concretos de la mente, dado que no se disponía de las técnicas adecuadas para analizarlo con precisión en condiciones cotidianas sin perturbarlo. Por ejemplo, ¿qué zonas del cerebro o qué circuitos neurales están activos cuando aprendemos con motivación? ¿Y cuando lo hacemos con miedo –miedo al castigo, por ejemplo, o miedo a los comentarios negativos de las demás personas–? El desarrollo de técnicas no

invasivas de análisis neural, como la resonancia magnética funcional y la estimulación eléctrica transcraneal, entre otras, nos han permitido dar un salto cualitativo en el estudio del cerebro humano en condiciones normales: cuando aprende, cuando está motivado, cuando se aburre, cuando reproduce algo de manera mecánica o cuando la crea de nuevo, cuando se emociona, etcétera. Y permite hacerlo en personas de cualquier edad y en cualquier situación imaginable.

Esto ha hecho posible que se hayan empezado a acumular datos muy interesantes sobre cómo es y cómo funciona nuestro cerebro, cómo aprendemos y cómo nos relacionamos con los demás y sobre los procesos educativos en general. Llegados a este punto, quizá algún lector podría pensar que los estudios en neurociencia nos obligarán a replantear desde cero las estrategias educativas, o que voy a decir que necesitamos desarrollar un nuevo paradigma de la educación porque el actual es obsoleto. Pues no, lo siento. Si alguien esperaba esto, le decepcionaré. Los datos que hasta ahora ha aportado la neurociencia no excluyen todo lo que hasta ahora ha propuesto la pedagogía moderna entendida en sentido amplio, como la propuesta por Francesc Ferrer Guardia y Rosa Sensat, entre otros grandes pedagogos. Al contrario, se suman a todo lo que ya sabíamos y lo complementan en buena armonía. De hecho, uno de los hallazgos más significativos de los estudios en neurociencia cognitiva es ver por qué lo que de forma genérica llamamos pedagogía moderna funciona, analizando, por ejemplo, cuál es el papel insustituible de las emociones y del trabajo cooperativo. Permítanme, sin embargo, que no continúe por este camino porque este es, precisamente, el tema principal del libro: explicar de qué manera los conocimientos en neurociencia nos pueden ayudar, en nuestra tarea educativa diaria, a comprender por qué determinadas estrategias pedagógicas funcionan y otras no, o bien por qué algunas, aunque parezca que pueden funcionar, tienen consecuencias negativas a medio y largo plazo. La conclusión va a ser clara: lo estamos haciendo bien, pero siempre es útil saber cómo lo percibe el cerebro y cómo se traduce en la mente de nuestros alumnos, ya que nos puede ayudar a afinar todavía más. Y al mismo tiempo nos da nuevos argumentos para evitar cualquier tentación de involución educativa.

Hay muchas maneras de organizar un libro como este, y me he decidido por hacerlo a través de treinta y siete preguntas que, por mi experiencia como docente, científico y conferenciante, suelen ser las más habituales, agrupadas en diecisiete capítulos que permiten ir siguiendo un hilo argumental coherente. Como dice la primera parte del subtítulo del libro, de alguna manera reflejan «todo lo que los educadores siempre han querido saber sobre el cerebro de sus alumnos». En sus respuestas encontrarán la explicación de qué busca el cerebro cuando aprende algo, y, por lo tanto, qué les podemos y qué les debemos ofrecer nosotros, como educadores. Hay muchas maneras de explicarlo, básicamente dos modos contrapuestos: con tecnicismos y descripciones detalladas de todas y cada una de las redes neurales conocidas; o bien, alternativamente, de manera sencilla, pero igualmente rigurosa, que convierta la lectura no solo en un acto informativo sino, sobre todo, en un proceso placentero. Como verán, la palabra placer es muy importante para el cerebro, muy especialmente en los aprendizajes. Intencionadamente he elegido esta segunda opción para llegar a todos ustedes, a cualquier persona con interés por el mundo de la educación, pero sin una formación biológica o neurocientífica específica. Es lo que he querido reflejar en la segunda parte del subtítulo: «nunca nadie se ha atrevido a explicárselo de manera comprensible y útil». Espero que me perdonen, porque esto último no es del todo cierto. Hay autores a quienes respeto profundamente que también lo han hecho, normalmente en torno a aspectos concretos relacionados con la mente humana, y de todos los cuales soy deudor de parte de mis conocimientos. Porque el conocimiento es, y debe ser, una empresa colectiva. También he intentado predicar con el ejemplo, por lo que he utilizado algunos de los recursos que propongo, como el hecho de dejarles elegir entre dos alternativas justo al inicio del libro, incluir un interludio justo en la mitad que espero que les sorprenda y ofrecerles un *bonus track* si llegan al final (pero que si les apetece pueden mirar antes, sin esperar a terminar de leer todos los demás capítulos), entre otros recursos que irán encontrando. Espero que esta introducción les haya motivado a continuar leyendo, aunque lo más probable es que no fuera necesario porque ya lo estaban antes. La motivación, como también veremos, es crucial para el cerebro.


corteza frontal y prefrontal
(planificación, expresión de la personalidad,
toma de decisiones, control ejecutivo,
conducta social, empatía, control emocional, ...)
corteza motora
corteza sensorial
corteza visual
corteza
gustativa
área de Wernicke
(lenguaje)
cerebelo
corteza
olfactiva
área de Broca
(lenguaje)

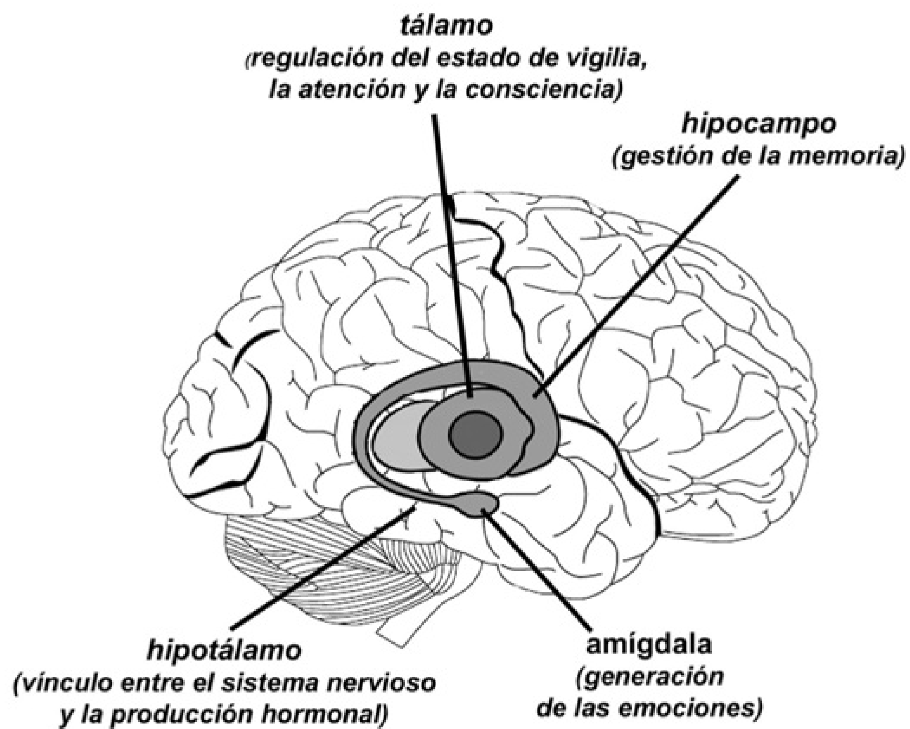

tálamo
(regulación del estado de vigilia,
la atención y la consciencia)
hipocampo
(gestión de la memoria)
hipotálamo
(vínculo entre el sistema nervioso
y la producción hormonal)
amígdala
(generación
de las emociones)

Figura. Localización de algunas de las principales áreas y estructuras del cerebro que se mencionan en el libro. Arriba se muestra el cerebro visto desde fuera. Abajo se pueden ver algunas de las estructuras internas cruciales en los aprendizajes. En estos dibujos, la parte anterior de la cabeza, es decir, la cara, quedaría a la derecha, y la nuca, a la izquierda. Para seguir las explicaciones del libro no es necesario saber dónde están estas áreas y estructuras, pero es bonito empezar el libro con un dibujo. Y siempre que lo crean conveniente pueden venir a mirar dónde está la zona que menciono.

1. ¿Las capacidades cognitivas dependen de nuestros genes?

Empezamos bien, porque esta pregunta es clave. Según cuál sea la respuesta, ya podemos olvidarnos del resto del libro. Si todas nuestras habilidades mentales y capacidades intelectuales estuvieran determinadas de manera estricta y rígida por nuestros genes, por nuestra biología intrínseca, la educación no pintaría nada. Cada uno sería y actuaría como dictasen sus genes y punto. Por lo tanto, ya pueden imaginar que no será exactamente esa la respuesta a la pregunta en cuestión; ahora bien, entre dos extremos cualesquiera –los genes lo determinan todo *versus* los genes no tienen nada que ver con nuestras capacidades mentales–, siempre hay una extensa gama de matices. Y es de estos matices de lo que quiero hablar, porque pueden ser importantes en la práctica educativa.

Antes, sin embargo, explicaré brevemente qué son los genes y qué función tienen. Los genes son las unidades de almacenamiento de la información genética, y están formados por secuencias de ADN. De acuerdo, dicho así puede que no se entienda gran cosa, salvo que el lector ya supiera previamente qué son y cómo funcionan. A veces los educadores, sin darnos cuenta y sin proponérnoslo, empezamos la casa por el tejado, lo que provoca que nuestros alumnos se sientan automáticamente superados por la información que les damos, puesto que no tienen los referentes adecuados para contextualizarla y para integrar correctamente cualquier información es necesario disponer de su contexto. Aplicado al cerebro, no tienen todavía las redes neurales con los conocimientos previos necesarios sobre el tema donde integrar la nueva información. Todavía no toca hablar de ello, pero quería dejar anotada la importancia que tiene contextualizarlo todo utilizando referentes cercanos a los alumnos. Cuando faltan estos referentes se activan

automáticamente mecanismos neurales relacionados con las emociones que nos avisan de la presencia de una amenaza o de un peligro potencial, en este caso el peligro asociado a no entender la situación concreta, que quién sabe si podría ser importante para sobrevivir. Y una de las respuestas preconscientes más frecuentes a esta sensación de amenaza es el estrés, que aún debilita más nuestras percepciones. Tal vez estén pensando «¡Vaya lío!». Pero no es necesario que nos estresemos. Comienzo de otro modo, con un referente más cercano, para predicar con el ejemplo.

1

Imaginemos que acabamos de comprar un mueble de Ikea; por ejemplo, una mesa de comedor rectangular con un cajón debajo para guardar los manteles. Llegamos a casa, abrimos el embalaje y buscamos la hoja de instrucciones para montarla.[1]

- Paso número 1: Tome una de las patas, coloque una de las varillas metálicas en el agujero superior y enrósquela hasta el final.
- Paso número 2: Haga lo mismo con las otras tres patas.
- Paso número 3: Tome uno de los largueros…
- [...]
- Paso número 13: Si desea que el cajón quede en la parte larga de la mesa, encaje el soporte del cajón en las muescas que hay bajo la arista larga de la plancha; si quiere que quede en la parte corta, haga lo mismo, pero en las muescas que hay debajo de la arista corta.

Pues bien, esta es, también, la función de los genes: proporcionar las instrucciones necesarias para formar nuestro cuerpo y hacerlo funcionar. Pero en vez de estar escritas con palabras, su lenguaje es químico y viene dado por una molécula, el ADN (o ácido desoxirribonucleico).

Según el último recuento, tenemos unos 20 000 o 20 500 genes diferentes, la gran mayoría duplicados: de cada pareja, uno proviene de la madre y el otro, del padre. Cada gen contiene una o varias instrucciones para fabricar

alguna parte del cuerpo o para hacer que funcione, y generalmente dirigen la fabricación de proteínas específicas. Por ejemplo, hay un gen que indica en qué punto concreto del cuerpo han de formarse los brazos y las manos durante el desarrollo embrionario; otro lleva las instrucciones para fabricar la miosina del corazón, que es una de las proteínas que lo hacen latir; los hay que estimulan las neuronas para que establezcan conexiones nuevas, otros contribuyen a fabricar las sustancias que utilizan las células del cerebro para comunicarse entre ellas, etcétera. De todos estos genes, hay unos 8000 que intervienen en la formación o el funcionamiento del cerebro, lo que indica que pueden tener algún papel en nuestra vida mental, dado que es allí donde se origina. Muchos no son exclusivos de este órgano y también desempeñan otras funciones en diferentes partes del cuerpo, pero, de alguna manera, son importantes para nuestro cerebro y para la actividad que genera. Son imprescindibles, por lo tanto, para generar y gestionar los procesos mentales. En cierto modo intervienen en nuestra vida mental y, en consecuencia, también en cómo aprendemos.

2

Regreso un momento a las instrucciones para montar la mesa con cajonera que hemos comprado.

> - Paso número 1: Tome una de las patas, coloque una de las varillas metálicas en el agujero superior y enrósquela hasta el final.

Esta instrucción no nos ofrece ninguna opción, ninguna posibilidad de cambio. Si no lo hacemos de esta manera, si no la seguimos al pie de la letra, nunca conseguiremos montarla bien, o se desmontará en cuanto pongamos un plato encima porque no será estable. Muchos de nuestros genes llevan, asimismo, una información que se manifiesta de manera inevitable, sin opciones. Por ejemplo, todos tenemos un gen que establece que debemos tener un grupo sanguíneo. Si este gen no se manifestara tal cual, moriríamos (los glóbulos rojos se desintegrarían).

Pero ¡atención, porque no todos tenemos el mismo grupo sanguíneo! Hay personas que son del grupo sanguíneo A, otros del B, o del 0, etcétera. Lo mismo ocurre con el mueble que hemos comprado. Seguro que había varios modelos en la tienda, con algunas diferencias de forma o de tamaño. En el caso del mueble, nosotros elegimos qué modelo se ajusta más a nuestras necesidades. En el caso de los grupos sanguíneos no elegimos nada, sino que nos viene dado estricta e inevitablemente por los genes que nos han legado nuestros progenitores. Entonces, ¿por qué hay diferentes grupos sanguíneos? Muy sencillo: porque los genes pueden presentar diversas variantes, con sutiles diferencias en la información que contienen. Como los diversos modelos de mesa que podemos encontrar en la tienda. Con respecto a los grupos sanguíneos hay un determinismo genético absoluto. En este caso, la *educación* no tiene ninguna posibilidad de cambiarlos o modificarlos.

3

Continuemos con las instrucciones para montar la mesa. En otro punto del texto dice:

> - Paso número 13: Si desea que el cajón quede en la parte larga de la mesa, encaje el soporte del cajón en las muescas que hay bajo la arista larga de la plancha; si quiere que quede en la parte corta, haga lo mismo, pero en las muescas que hay debajo de la arista corta.

Este es un caso diferente al anterior. Las instrucciones nos dicen cómo debemos fijar el cajón en la mesa rectangular, pero nos dejan abierta la posibilidad de fijarlo en el costado largo o en el corto. Dicho de otro modo, las instrucciones condicionan el resultado final, pero no lo determinan. Incluso podemos decidir no poner el cajón. Pues bien, los genes que de una manera u otra intervienen en nuestras facultades psíquicas y en las capacidades intelectuales –en nuestra vida mental, en definitiva–, funcionan de esta manera: condicionan el resultado final (no todos los cerebros ni todas las mentes son igualmente posibles), pero no lo determinan. El resultado final

se ve influenciado por los genes, pero también, y mucho, por el ambiente donde vive y se forma esa persona. Y una parte importante del ambiente es la educación que recibe. ¡Menos mal, porque si no, los educadores pronto nos quedaríamos sin trabajo!

4

Dejemos de una vez la mesa que he utilizado para esta comparación y fijémonos un poco en alguno de estos genes, para ver un caso real de los muchos que se conocen. Por ejemplo, hay un gen llamado MAO-A (que es el acrónimo de un nombre mucho más barroco, monoaminooxidasa de tipo A), que lleva información para gestionar unos determinados neurotransmisores –los neurotransmisores son las moléculas que permiten que las neuronas se comuniquen entre sí; hablaré de ellos en el próximo capítulo–. Como en el caso de los grupos sanguíneos, este gen también presenta diversas variantes, con mensajes sutilmente diferentes. Hay dos que son especialmente interesantes, y que se denominan variante larga y variante corta (que, como su nombre indica, una es un poco más larga que la otra). Las variantes largas favorecen tener un carácter relativamente tranquilo y reposado, más reflexivo, ante cualquier situación externa. Las variantes cortas, en cambio, favorecen la impulsividad, pero no siempre. Si una persona con una variante corta se ha educado y vive en un ambiente relativamente estable, no manifestará esta mayor impulsividad, o al menos lo hará con mucha menos frecuencia que si ha sido educada en un ambiente conflictivo.

Dicho de otro modo, en la manifestación de este rasgo de la personalidad intervienen tanto los genes, según las variantes génicas que tengamos, como también el ambiente. Los genes predisponen a unas respuestas determinadas, a un tipo de temperamento, pero el ambiente, la educación, favorece que se manifiesten en mayor o en menor grado. Es aquí donde la educación es claramente influyente, crucial. En resumen, ya de inicio, el temperamento y las capacidades de cada alumno serán ligeramente diferentes según sean sus variantes genéticas, para este gen y para los otros 8000 que intervienen en el cerebro. Cada alumno es biológicamente diferente, y estas diferencias,

inevitables, contribuyen a que el oficio de educador sea complejo –y apasionante–. En un aula de veinticinco alumnos hay veinticinco constituciones genéticas diferentes con predisposiciones diversas.

> El temperamento y las capacidades de cada alumno serán ligeramente diferentes según sean sus variantes genéticas, pero quien marca la diferencia entre aprovecharlo o no es la educación.

5

Puede que haya quien piense que este gen que acabo de citar no tiene nada que ver con el aprendizaje, pero no es así. Es uno de los muchos ejemplos posibles, es cierto, sin embargo, las personas reflexivas lo tienen más fácil para centrar su atención de forma consciente que las impulsivas, y la atención consciente es clave para aprender. De manera paralela, un ambiente educativo relajado favorecerá que las personas genéticamente más predispuestas hacia la impulsividad puedan encontrar igualmente el espacio de reflexividad necesario para fijar sus aprendizajes. Y al revés también es cierto. Un ambiente educativo, entendido en sentido amplio (en la escuela o el instituto, en la familia y en la sociedad en general) que sea estresante y amenazador favorecerá que los alumnos sean más impulsivos, a pesar de que esta mayor impulsividad será más acusada en aquellos que estén genéticamente predispuestos. Pero todo esto, de algún modo, ya lo sabíamos, ¿no es cierto? Muchos pedagogos y profesionales de la educación ya habían llegado a esta misma conclusión de forma empírica –y muy lógica si nos detenemos a pensarlo–. El ambiente educativo influye en los procesos de aprendizaje. Los datos científicos de que disponemos no nos llevan a inventar «la sopa de ajo», pero corroboran lo que la pedagogía moderna nos está diciendo hace ya muchas décadas, y sobre todo nos ayudan a explicar el motivo de las diferencias que observamos en nuestros alumnos y el efecto crucial que tiene el ambiente educativo sobre su formación como personas integrales. Y también por qué un mismo ambiente, o una misma estrategia pedagógica,

generan respuestas diferentes en cada persona. La educación, aunque sea un asunto social y que además funciona mucho mejor cuando se hace de manera cooperativa y colaborativa –ya hablaremos de ello–, debe ser simultánea y necesariamente individualizada.

He hablado de un gen concreto que afecta a un aspecto determinado de la personalidad, pero se conocen muchos más que influyen en, por ejemplo, aspectos mentales tan complejos como la creatividad, la inteligencia, la empatía, la sociabilidad, etcétera. Y, hilando aún más fino, se conocen algunos que intervienen en aspectos aparentemente tan concretos como la creatividad musical, la verbal o la numérica y figurativa, entre otros. Y lo mismo se podría decir en cuanto a la inteligencia y sus vertientes o respecto a cualquier otro aspecto del comportamiento, como, por ejemplo, la facilidad para focalizar la atención o para retener experiencias en la memoria. Ahora bien, y para ir terminando, cabe preguntarse hasta qué punto influyen los genes en el talante de nuestros alumnos y, en consecuencia, qué margen le queda a la educación. Para valorar la contribución genética a cualquier característica, los genetistas hemos desarrollado el concepto de *heredabilidad*.

6

La heredabilidad es el porcentaje de la variación entre dos individuos con respecto a una característica concreta que es atribuible a diferencias genéticas. Dicho de otro modo y simplificando mucho, vendría a ser la contribución de los genes en las diferencias que existen entre dos personas cualesquiera. El resto dependerá del ambiente. La heredabilidad de los grupos sanguíneos que he citado antes, por ejemplo, es del 100 %. Los genes los determinan de manera absoluta, y el ambiente no pinta nada. En cuanto al coeficiente de inteligencia, por poner otro ejemplo relacionado también con ciertos aspectos de la educación, se conocen unos cincuenta genes que lo influyen, pero la heredabilidad de esta característica mental en los niños es aproximadamente del 45 %. Esto quiere decir que el 45 % de las diferencias entre nuestros alumnos en cuanto a este aspecto son atribuibles a factores

genéticos. Pero lo más importante es que el resto lo podemos trabajar a través de la educación y del ambiente que generamos alrededor de ellos. Por citar otros ejemplos más, la heredabilidad de la empatía es del 47 %; la de la creatividad, del 55 %; la de la impulsividad, del 62 %, entre otros. Pienso que no es necesario dar más detalles concretos para extraer una conclusión válida.

Resumiendo, y para dar respuesta a la pregunta inicial, las capacidades y las habilidades cognitivas de nuestros alumnos dependen hasta cierto punto de su constitución genética, y sobre esto no podemos hacer nada. Los genes cuentan, pero solo hasta cierto punto. El resto lo podemos modular, amplificar o mutilar a través de la práctica educativa, entendida en sentido amplio. Es aquí, pues, donde hay que concentrar los esfuerzos, en el ambiente educativo que generamos a nuestro alrededor, sabiendo y asumiendo que cada alumno será, ya de inicio, único y diferente, y que en consecuencia también responderá de manera diferente a las estrategias pedagógicas que aplicamos. Algunos presentarán más capacidad de razonamiento logicomatemático, o más comprensión lectora, o más capacidad creativa, o más habilidades sociales, etcétera, o la combinación de algunos o muchos de estos factores. Pero la modulación de todos estos aspectos, las actitudes y las aptitudes para crecer en dignidad, las transmitimos nosotros y toda la sociedad a través del ambiente social, familiar y educativo que les ofrecemos. De hecho, este es el reto principal del educador: conseguir que cada alumno saque el máximo provecho individual y colectivo de sus habilidades y capacidades, dentro de la extraordinaria diversidad del aula. Nada que no supieran ya, me temo, pero ahora podemos empezar a dilucidar los motivos.

1. Estas instrucciones las he inventado yo mismo, no las he sacado de ningún catálogo.

2. ¿Cómo funciona el cerebro?

El cerebro es un órgano del tamaño de un coco y pesa un kilogramo y medio aproximadamente. Tiene la textura y la consistencia de la mantequilla fría y presenta dos hemisferios llenos de surcos, como una nuez. Está formado por unos ochenta y cinco mil millones de neuronas aproximadamente, y ocupa un volumen de unos 1200 centímetros cúbicos de media en los adultos. Sin embargo, su volumen puede diferir mucho entre una persona y otra, desde poco menos de 950 centímetros cúbicos (menos de un litro) hasta casi 1500 centímetros cúbicos (un litro y medio). «Claro –quizá estén pensando–, ¡por eso hay personas más inteligentes o con más memoria que otras!». Pues no, rotundamente no.

1

El cerebro no es como un cajón donde vamos metiendo cosas. Si fuera como un cajón, ciertamente cuanto más grande fuese más cosas cabrían. Pero incluso en este caso, si las colocáramos bien ordenadas seguro que cabrían más y las encontraríamos con mayor facilidad cuando nos fueran necesarias que si las acumulásemos de cualquier manera, sin orden ninguno. Pero no, repito, el cerebro no es un cajón. Hace unos años se puso de moda hablar del «palacio de la memoria», como una manera de trabajar esta capacidad humana, imaginando que el cerebro es como un palacio con habitaciones vacías que tenemos que ir llenando. Cuanto mayores fueran las habitaciones y cuanto más interiorizada tuviéramos su distribución, más cosas podríamos poner y con mayor facilidad las podríamos encontrar. Sin embargo, se ha demostrado que el tamaño del cerebro no tiene correlación con la inteligencia global de la persona ni con su capacidad de aprendizaje y memorización. Y

tampoco es cierto que cada aprendizaje determinado se almacene en una «habitación» concreta.

Las capacidades intelectuales y las facultades psíquicas dependen del funcionamiento global del cerebro y de las conexiones que se establecen entre sus neuronas, no de su tamaño. No dependen de que el supuesto «palacio» tenga más habitaciones o de que estas sean más grandes, sino de los pasillos y las escaleras que las unen, de la facilidad de pasar de un lugar a otro, de los atajos que construimos, del hecho de poder utilizar con eficiencia todos los pasadizos secretos que esconde. Las conexiones entre neuronas y entre las diferentes partes del cerebro son la piedra angular de nuestras capacidades mentales. Son tan importantes que hablaremos muy a menudo de ellas en las explicaciones de este libro. Se calcula que el cerebro de una persona tiene, de media, más de cien billones de conexiones (equivale a un 1 seguido de catorce ceros). Hay neuronas que pueden llegar a estar conectadas con hasta diez mil otras neuronas, aunque normalmente el número de conexiones que establecen es menor. Si pusiéramos todas estas conexiones una a continuación de la otra formando un cable, sería tan largo que podría dar cuatro veces la vuelta a la Tierra. ¡Un solo cerebro humano dando cuatro veces la vuelta a la Tierra! Es en estas conexiones, o, mejor dicho, en cada patrón concreto de conexiones, donde almacenamos todo lo que aprendemos. El cerebro no lo guarda en las habitaciones de ese supuesto palacio, sino en los pasillos y en las escaleras, incluso en pasadizos secretos que no sabemos ni que existen (por eso muchas actividades mentales son preconscientes). Como veremos más adelante, durante el proceso educativo actuamos directamente sobre estas conexiones, abriendo nuevos caminos y cerrando algunas puertas; es decir, alteramos físicamente las redes neurales de nuestros alumnos. Educar significa cambiar el cerebro de los demás. Pero ¡atención! porque es siempre un proceso bidireccional, y al mismo tiempo que modificamos las conexiones de nuestros alumnos ellos están actuando sobre las nuestras. O, visto de otro modo, para poder actuar sobre su cerebro, primero debemos interiorizar el nuestro, los procesos mentales que nos guían. Más adelante, respondiendo a otras preguntas, iré desgranando mejor todo esto que de momento puede parecer un poco misterioso. Por lo tanto,

vayamos por partes. La vida mental se basa en las conexiones entre neuronas, en los mensajes que se envían unas a otras. ¿Cómo son estos mensajes? Lo explicaré con una comparación: vienen a ser como los tuits que nos enviamos con el móvil. El cerebro de nuestros alumnos –y el nuestro también– es un gran complejo *tuiteador* y *retuiteador*.

2

Los tuits son un servicio que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes de texto de una longitud máxima de ciento cuarenta caracteres. También los tuits cerebrales tienen muy limitada la información que pueden transmitir, pero con tantas conexiones posibles, muchas de las cuales pueden estar funcionando simultáneamente, la cantidad y la diversidad global de la información que se gestiona es impresionante. Cuando queremos enviar un tuit, lo primero que debemos hacer es pensar qué mensaje vamos a transmitir y a qué lista de Twitter lo queremos enviar. Puede ser un mensaje largo o corto, simple o más complejo, pero siempre de un máximo de ciento cuarenta caracteres. Por ejemplo, «estoy de vacaciones» o «estoy sentado en la orilla de un lago de Sierra Nevada disfrutando de las cimas y de un grupo de rebecos que se han acercado a beber agua». Fíjense que, en el fondo, estos dos mensajes vienen a decir más o menos lo mismo, pero el segundo es más complejo y explicativo que el primero. Finalmente pulsamos el icono *enviar*. Entonces, nuestro aparato de telefonía lo procesa mediante pequeños circuitos eléctricos, que lo transforman en una onda electromagnética, la cual viaja hasta los aparatos de destino, los receptores. Pero para llegar necesita pasar por antenas repetidoras intermedias. Una vez se ha recibido el tuit, el aparato receptor lo descodifica y muestra el texto en la pantalla. En ese momento el usuario puede optar por ignorarlo, por cambiar su actividad en función del contenido del mensaje e incluso retuitearlo a otros grupos.

Los «tuits» neuronales funcionan de manera similar. Las neuronas, las células del sistema nervioso, presentan prolongaciones muy largas que salen de su cuerpo. La mayoría tienen una sola prolongación muy larga –que denominamos *axón*– y un gran número de prolongaciones mucho más

cortitas –que llamamos *dendritas*–, que salen del otro extremo de la neurona, pero también las hay que pueden presentar varias prolongaciones de longitud intermedia. Las neuronas se relacionan unas con otras a través de estos axones, que se conectan a las dendritas de otras neuronas. Si una neurona recibe una información determinada y la quiere transmitir a otra neurona, primero debe hacerla circular hasta el extremo de su propio axón, para que pueda pasar a la neurona siguiente. La zona de conexión entre dos neuronas se llama *sinapsis*, pero las neuronas no entran en contacto físicamente las unas con las otras. Hay un espacio entre la neurona emisora y la neurona receptora. ¿Qué tiene que ver todo esto con los tuits?

3

Cuando una neurona envía un mensaje genera una pequeña corriente eléctrica que recorre su axón, pero este impulso nervioso no puede pasar a la siguiente neurona, ya que hay una separación física entre ambas. Es similar a lo que sucede cuando enviamos un tuit. Lo escribimos y nuestro móvil lo procesa mediante pequeños impulsos eléctricos, pero para alcanzar a los receptores necesita ser convertido en una onda electromagnética que cruce el espacio físico que los separa. En el caso de las neuronas, la zona terminal del axón libera unas moléculas químicas, denominadas *neurotransmisores*, que en el símil de los tuits serían equivalentes a las ondas electromagnéticas que usan los móviles para enviar y recibir mensajes. Hay más de media docena de neurotransmisores diferentes, cada uno de los cuales está especializado en transmitir unos tipos de mensajes u otros, en función también de las zonas del cerebro que están activas y en combinación con otros neurotransmisores. Por ello, al igual que los tuits pueden ser más o menos complejos, los neurotransmisores también pueden comunicar mensajes más simples o más complejos.

4

La mayoría de neurotransmisores, sin embargo, no pueden viajar libremente por el espacio que separa dos neuronas. Se dispersarían y no encontrarían su destino. Deben viajar unidos a determinadas moléculas transportadoras, que equivaldrían a las antenas repetidoras de telefonía móvil. Una vez el neurotransmisor llega a la neurona receptora, ésta lo recibe a través de una especie de antena, comparable al sistema de recepción de nuestro móvil, y se activa un sistema de transmisión interna del mensaje que permite interpretarlo. En el caso de un tuit equivaldría a mostrar el texto del mensaje en la pantalla del móvil. Finalmente, una vez recibido el mensaje pueden pasar varias cosas: que la neurona receptora lo ignore; que cambie su actividad, como haríamos nosotros si el tuit recibido nos afectara directamente en ese instante; y también que repita el mismo proceso y pase la información a las siguientes neuronas; es decir, lo retuitee, como haríamos nosotros si pensáramos que lo que dice pudiera afectar o ser interesante para otros grupos de Twitter. Además, todo esto puede suceder en grupos pequeños de neuronas o en poblaciones más numerosas, como también ocurre con los grupos de Twitter. Y puede ser local o afectar áreas muy alejadas dentro del cerebro. Este es, en esencia, el modo como funcionan las conexiones neurales en el cerebro, que establecen desde caminos sencillos hasta redes extraordinariamente complejas y ramificadas. En este sentido, una red neural está formada por un conjunto de neuronas interconectadas entre ellas, de modo que la activación de una es transmitida a todas las demás. Cualquier proceso mental, cualquier actividad de aprendizaje, cualquier idea o recuerdo que tenemos, cualquier emoción que sentimos, cada vez que decidimos una cosa u otra o cuando planificamos el futuro, toda actividad mental va asociada a un patrón de conexiones neurales concreto.

Cualquier proceso mental, cualquier actividad de aprendizaje, cualquier idea o recuerdo que tenemos, cualquier emoción que sentimos, cada vez que decidimos una cosa u otra o cuando planificamos el futuro, toda

actividad mental va asociada a un patrón de conexiones neurales concreto.

5

El cerebro, no obstante, no es una masa de neuronas equivalentes. Presenta zonas especializadas en la generación y la gestión de tareas concretas. Pero, mucha atención, ¡no son compartimentos estancos! Por ejemplo, en la capa más superficial del cerebro, que denominamos *corteza*, se sabe que hay zonas especializadas, por ejemplo, en el lenguaje, en la empatía, en el control de los movimientos voluntarios, en la toma de decisiones, en el razonamiento y la reflexividad, en el control de las emociones (pero no en la generación de las emociones), en la planificación del futuro y en la adecuación de nuestros comportamientos según dicha planificación (se denomina *control ejecutivo*), entre otras. Pero, repito, no son zonas estancas e impermeables. Hay muchos estudios de personas que, debido a alguna lesión, han visto dañada alguna de estas áreas y que, posteriormente, con entrenamiento, han recuperado las capacidades perdidas «reciclando» otras zonas de la corteza de su cerebro. Esta capacidad se está utilizando actualmente en casos en los que hay que intervenir el cerebro quirúrgicamente, normalmente para extirpar un tumor, para redirigir las capacidades que podrían verse afectadas hacia otras zonas antes de la intervención, para facilitar la recuperación del paciente. La corteza, por cierto, es la zona que genera y gestiona las actividades más complejas y elaboradas, las que normalmente consideramos más típicamente humanas.

6

También en el interior del cerebro hay zonas con otras funciones específicas. Por ejemplo, el lugar donde se generan las actividades más primarias, a menudo inconscientes, aunque, como iremos viendo, su actividad es clave en la educación y en los modelos de aprendizaje. No creo que deba ser el objetivo de este libro hablar de todas y cada una de ellas. Pienso que

simplemente vale la pena citar tres que irán saliendo a menudo en las explicaciones posteriores. De momento solo las mencionaré: las amígdalas, que generan las emociones –no las confundan con las amígdalas del cuello, que forman parte del sistema inmunitario–; el hipocampo, que gestiona la memoria –la gestiona, pero no es allí donde se almacena; por cierto, como curiosidad, se denomina así porque su forma recuerda a la de un caballito de mar o hipocampo–; y el tálamo, que activa la atención. Como ya deben intuir, las tres son claves en los aprendizajes y la educación en general. Pero no sufran, ya hablaremos de ellas más adelante, en el contexto adecuado.

> Para potenciar el funcionamiento eficiente de la mente, lo más importante es favorecer la capacidad relacional, el dinamismo en las ideas y conceptos.

Sea como fuere, la respuesta a la pregunta de este capítulo es que el cerebro funciona a partir de redes de neuronas interconectadas y dinámicas, que se intercambian neurotransmisores con mensajes específicos, que pueden ser más o menos complejos en función de los neurotransmisores implicados, el número de neuronas que participan y las áreas del cerebro donde actúan. La importancia de todo ello en nuestra práctica educativa es clara: lo más importante para potenciar el funcionamiento eficiente de la mente es favorecer la capacidad relacional, el dinamismo en las ideas y los conceptos, no el trabajo de una memoria estancada. Pensemos en lo que he comentado del «palacio de la memoria»: lo importante no son las salas, sino los pasillos y las escaleras que las unen, los atajos y los pasadizos secretos, y la facilidad de abrir las puertas que nos podrían cerrar el paso. Quizás dicho así puede parecer todavía un poco misterioso, pero no se preocupen porque iremos desvelando poco a poco cuáles son estos caminos y cómo se recorren –y cómo los podemos utilizar en nuestra práctica educativa.

3. ¿Existen las inteligencias múltiples? ¿Es cierto que solo utilizamos el 10 % del cerebro?

Los estudios en neurociencia han dado un salto cualitativo muy importante estas dos últimas décadas, pero hace muchos años que investigadores de todo el mundo intentan profundizar en el funcionamiento del cerebro. Este hecho ha generado una serie de mitos que se ha demostrado que no son ciertos, pero que se mantienen, sin embargo, muy arraigados en algunas personas o en determinados ambientes, algunos de los cuales tienen implicaciones en el mundo de la educación. Por lo tanto, de la misma manera que es interesante saber cómo funciona el cerebro, es igualmente importante desmontar estos neuromitos para evitar que interfieran en la práctica educativa. Esto es lo que me propongo en este capítulo.

1

Para empezar, a menudo se oye decir que «solo usamos el 10 % del cerebro», una afirmación que, de forma apócrifa, se suele atribuir a Albert Einstein (como si por el hecho de que lo hubiera dicho uno de los científicos más influyentes del siglo XX lo convirtiera en una especie de dogma indiscutible). Sin embargo, el origen de este mito es anterior, del siglo XIX, cuando se desconocía la función de la mayor parte de células del cerebro. Solo como curiosidad, durante mucho tiempo se pensó que la corteza, la capa externa del cerebro, era una especie de caparazón protector sin más función que proteger el interior de este órgano (como la cáscara de una nuez protege el fruto comestible), pero en realidad ahora sabemos que es precisamente ahí donde se generan y gestionan los aspectos más complejos y elaborados de nuestra

vida mental. Es una de las zonas donde más influencia tiene la práctica educativa.

Usamos todo el cerebro, pero no todo simultáneamente, ni todas sus células sirven para generar y transmitir impulsos nerviosos. Por un lado, en la corteza cerebral, por ejemplo, hay unos 16 000 millones de neuronas, pero no están solas, sino que se encuentran acompañadas de otras células llamadas *células de la glía*, de las que hay unos 60 000 millones. La presencia de estas células de la glía ha contribuido a alimentar el mito del 10 %, dado que no actúan generando impulsos nerviosos, y puede dar la impresión de que están «ociosas». Pero no es el caso; su función es otra, e igualmente imprescindible. No forman redes neurales y no transmiten impulsos nerviosos, por lo que no están «activas» en el mismo sentido que las neuronas, pero son las encargadas, entre otras funciones, de alimentar las neuronas, de limpiar el cerebro de las sustancias de desecho, de evitar inflamaciones y de fabricar un tipo de cubierta aislante para los axones de las neuronas para evitar cortocircuitos.

Por otra parte, además, cada actividad mental requiere la activación de unas redes neurales y de unas zonas específicas. Por ejemplo, cuando un niño está realizando una actividad psicomotriz, tiene especialmente activas las redes de la corteza motora del cerebro, que gestiona los movimientos voluntarios y las de control ejecutivo, que le permiten planificar y anticipar los movimientos que quiere hacer y sus consecuencias. Si, además, en esta actividad debe seguir unas pautas preestablecidas, entonces no necesita tener activas las zonas del cerebro implicadas en la creatividad. En cambio, si le hacemos improvisar, necesitará que estén conectadas. El mismo razonamiento podríamos hacer para cualquier otra actividad, como tocar un instrumento musical, resolver un problema de lógica, realizar una actividad artística, etcétera. Llevado a nuestra experiencia cotidiana: si estamos en el comedor de casa cenando, ¿necesitamos tener encendidas las luces de todas las habitaciones y del baño? Tal vez la de la cocina sí, por comodidad si tenemos que ir a buscar algo, pero el resto las mantendremos apagadas porque no nos hacen falta. El cerebro actúa, más o menos, de la misma

manera, aunque siempre mantiene una cierta actividad por todas partes, por si acaso tiene que reaccionar rápidamente.

Hay un dato curioso, sin embargo, en todo esto. Si cuando realizamos una actividad cualquiera tenemos especialmente activas las redes y áreas del cerebro implicadas en su gestión, sería normal pensar que cuando no hacemos nada, cuando estamos descansando o distraídos sin focalizar nuestra atención en nada específico, es cuando el cerebro debería estar más inactivo. Siguiendo la comparación anterior, cuando no hay nadie en casa acostumbramos a dejar todas las luces apagadas, ¿verdad? ¡Pues sorpréndanse, porque es justo al revés! Aquí la comparación no me sirve de nada. Cuando se descubrió esto, no hace muchos años, pareció que era una contradicción. ¡Cuando no hacemos nada, el cerebro muestra su máxima actividad, en todas las redes! En términos neurocientíficos, este hecho se denomina *red en modo automático*. El motivo, ahora que lo conocemos, es simple. El cerebro es el órgano que permite adaptar nuestro comportamiento al entorno, por lo que necesita responder con rapidez a cualquier contingencia que se presente. Imaginemos un coche equipado con ABS y TCS, los sistemas que controlan la frenada para evitar que los frenos bloqueen las ruedas y la tracción respectivamente. En conjunto proporcionan una gran seguridad y evitan muchas de las derrapadas accidentales. Si cuando circulamos estos sistemas estuvieran apagados y solo se conectaran cuando el coche derrapa, no llegarían a tiempo de evitar la mayor parte de accidentes que se producen por esta causa. Es necesario que estén activos constantemente, a pesar de que no entren en acción más que en contadas (pero muy necesarias) ocasiones. Al cerebro le pasa exactamente lo mismo. Cuando algo reclama nuestra atención o cuando nosotros la queremos focalizar hacia algún aspecto concreto, ya tenemos las redes activas. Entonces, para optimizar su funcionamiento y ganar en eficiencia, se desactivan aquellas que no son necesarias o disminuye su actividad. Por este motivo, si vamos caminando por la calle dando vueltas a algún problema que tenemos que solucionar en el aula, muy concentrados en nuestros pensamientos, tardamos una fracción de segundo más en reaccionar ante un conductor que, con su coche, no ha respetado, por ejemplo, el paso de

peatones. La red correspondiente estaba menos activa y tardamos una fracción de segundo más en responder. En cambio, si vamos muy concentrados vigilando los pasos de peatones, responderemos antes porque la actividad del cerebro estará más concentrada en estas redes.

Todo ello permite extraer una conclusión muy importante, aparte de desmitificar el mito del 10 %: la importancia de distraerse y de dormir. Cuando nos distraemos y cuando dormimos el cerebro sigue activo, muy activo, lo que contribuye a consolidar todo lo aprendido ese día. Y también estimula la creatividad, ya que se conectan redes que normalmente no están relacionadas (y la creatividad consiste, precisamente, en establecer relaciones entre elementos aparentemente no vinculados; de la creatividad, empero, hablaré en otro capítulo, y también de cómo aprende el cerebro). A nuestros alumnos les es beneficioso que, de vez en cuando, les dejamos distraerse –no siempre, claro está, porque sin experiencias previas distraerse no sirve de gran cosa–, y que les eduquemos en la importancia de dormir bien, las horas necesarias y con una buena calidad del sueño. Repito: cuando se distraen no tienen el cerebro parado, sino especialmente activo, sobre todo si antes han hecho cualquier trabajo intelectual; cuando se distraen, lo que se detiene es la atención, y por eso hay que ir combinando ratos de atención y trabajo con ratos para distraerse.

> Cuando nos distraemos y cuando dormimos el cerebro continúa activo, lo que contribuye a consolidar todo lo aprendido ese día, y también estimula la creatividad. Por eso hay que ir combinando ratos de atención y trabajo con ratos para distraerse.

2

Otro de los mitos muy implantados es que conviene guiar la enseñanza de los niños según el hemisferio cerebral que se considere dominante. El cerebro, como ya saben, está formado por dos hemisferios, conectados entre ellos mediante un grueso cordón nervioso –llamado *cuerpo calloso*– que se

encarga de mantener sus actividades coordinadas. El hemisferio derecho suele ser un poco más grande que el izquierdo, y gestiona las funciones y movimientos de la parte izquierda del cuerpo. El hemisferio izquierdo, a su vez, hace lo propio con la parte derecha del cuerpo. Además, se suele decir que los procesos mentales que gestiona el hemisferio izquierdo suelen ser más calculadores, comunicativos y capaces de concebir y ejecutar planes complejos que los del derecho. También son más opresivos, insensibles y materialistas. El hemisferio derecho, en cambio, es responsable de la gestión de las funciones mentales más amables y emocionales. Pues no es exactamente así.

Si bien es cierto que hay una tendencia de cada uno de los hemisferios hacia un tipo de procesos, en todas las actividades mentales intervienen ambos hemisferios, por lo que es falso decir que uno es el racional y el otro el emocional. Ambos intervienen en todos los procesos, lo que no quita que en cada situación concreta haya uno que muestre más actividad que otro. Sin embargo, que muestre más actividad no implica directamente que sea más importante. Basándose en estas diferencias, hay textos que afirman que el alumno más intuitivo está más influido por el hemisferio derecho, mientras que el más analítico lo está por el izquierdo, lo que ha llevado a afirmar que si se detecta «el estilo cognitivo» del niño se puede mejorar el aprendizaje. El supuesto implícito parece ser que, debido a que las diferentes regiones de la corteza tienen un papel crucial en el procesamiento visual, auditivo y sensorial, los alumnos deben recibir información en formas visuales, auditivas o kinestésicas según qué parte de su cerebro «funcione mejor». Lo cierto, sin embargo, es que los procesos cognitivos complejos no involucran nunca una única región del cerebro que se activa de forma aislada, sino diversas redes y zonas que funcionan de manera combinada, coordinada e integrada. Por lo tanto, las actividades de aprendizaje en el aula requieren estar integradas y ser integradoras, y deben ser transversales y contextualizadas para que activen e impliquen al máximo número de redes y zonas posibles. Las estrategias pedagógicas modernas ya apuntan claramente hacia aquí: aprender los números cantando, las letras jugando, etcétera. Quizás habría que extrapolarlo también a cursos superiores. ¿Por qué no se

puede aprender la física del movimiento parabólico jugando al baloncesto? ¿O trigonometría en la clase de historia, a través de las pirámides egipcias, por ejemplo?

> Las actividades de aprendizaje en el aula requieren estar integradas y ser integradoras, y deben ser transversales y contextualizadas para que activen e impliquen al máximo número de redes y zonas posibles.

3

Continuemos desmontando o resituando más mitos. Ahora uno que es bidireccional, según quien hable: «El cerebro masculino es diferente del femenino, por lo que conviene hacer clases separadas»; o bien, alternativamente, «los cerebros masculino y femenino son absolutamente idénticos, y solo la cultura y la educación nos hacen pensar que son diferentes». Se ha visto que durante el desarrollo embrionario hay más de ciento treinta genes que funcionan de manera diferente en el cerebro en función del sexo, y en los adultos hay al menos ochenta y cinco. Esto hace que, en general, el cerebro masculino y el femenino sean, de origen, ligeramente diferentes. Mucha atención, sin embargo, porque esto no quiere decir, y lo debemos tener bien claro, que tengan limitaciones o facultades extraordinarias. Esta actividad génica diferencial se traduce en pequeñas diferencias anatómicas y de funcionamiento. En promedio, el cerebro femenino presenta más sustancia gris, la capa que contiene el cuerpo de las neuronas, y exhibe más conectividad. Esto hace que, en general y según han demostrado diversos estudios psicológicos, aparentemente los hombres puedan tomar decisiones de forma más rápida, pero si hay suficiente tiempo para valorar todas las implicaciones, el porcentaje de aciertos es superior en las mujeres, dado que pueden evaluar más parámetros simultáneamente. En cuanto a zonas específicas del cerebro, el femenino parece ser ligeramente más eficiente en cuanto a las regiones que controlan el habla, entre otras, mientras que el masculino lo es con respecto a las regiones implicadas en la

orientación espacial. Sin embargo, a pesar de estas diferencias aparentes, las capacidades intelectuales globales no presentan ninguna diferencia en función del sexo, sino solo en función de cada persona concreta. En este sentido debemos tener siempre muy presente que las diferencias interpersonales son muy considerables: por eso he estado utilizando las expresiones *en general* y *de media*. De inicio puede haber ciertas diferencias biológicas, pero ciertamente esto no quita en ningún caso que la cultura y la educación las magnifiquen, a menudo hasta extremos inimaginables. Por ejemplo, un caso típico que se menciona es el estereotipo según el cual los niños son mejores en matemáticas. Pues bien, recientemente se ha visto que es una cuestión cultural, no biológica del cerebro. En otro capítulo, cuando hable de la importancia de las miradas, les explicaré este caso, porque es muy ilustrativo. Este es un doble mito que hay que desmitificar por ambos lados.

4

Un par de mitos más antes de terminar. ¿Hay asignaturas más importantes que otras? Aunque la mayor parte de educadores responderíamos que no, lo cierto es que a menudo nuestras actitudes van en la dirección opuesta, empezando por determinados currículos oficiales. La educación física y psicomotriz, por ejemplo, no solo es imprescindible para el desarrollo motor de niños y adolescentes, sino que, además, influye directamente en el rendimiento del cerebro. Se ha visto, por ejemplo, que la práctica de un deporte favorece la concentración, la atención y la motivación, aspectos imprescindibles en cualquier aprendizaje. De manera paralela, la formación artística a cualquier edad estimula especialmente las zonas creativas y de sociabilización del cerebro, que luego utilizaremos para muchas otras tareas, y la manipulación manual fina repercute positivamente sobre las zonas que controlan el lenguaje. En cuanto a la música, se ha dicho que si un niño escucha las creaciones de un músico determinado será más inteligente. Pues bien, es simple *marketing*. La música, toda, estimula el sistema de recompensa del cerebro y hace sentir bien a las personas, mejora la atención y el autocontrol y estimula las emociones, unos aspectos muy beneficiosos para

la educación en general; pero simplemente escuchar la de un compositor determinado no hace a los niños más inteligentes.

Por último, examinemos una de las preguntas que dan título a este capítulo. ¿Tenemos múltiples inteligencias? ¿Qué hay de cierto en la hipótesis de las inteligencias múltiples? Es una hipótesis bastante popular entre muchas personas, que se ha utilizado como argumento en contra del clásico cociente de inteligencia (IQ). Esta hipótesis, propuesta inicialmente por el psicólogo estadounidense Howard Gardner, anima a caracterizar a los alumnos en términos de un pequeño número de «inteligencias» relativamente independientes –lingüística, musical, interpersonal, intrapersonal, logicomatemática, kinestésica, espiritual, musical, etcétera–. Ciertamente, esta hipótesis ayudó mucho a desmontar otro mito muy pernicioso, que es el hecho de considerar crucial el cociente de inteligencia medido a partir de unos test determinados que valoran unos aspectos muy concretos de la personalidad y que obvian todos los demás. No obstante, el cerebro funciona como un todo integrado, lo que hace que no sea realista describir la inteligencia como un conjunto parcelado de características relativamente independientes. Por ejemplo, cuando trabajamos la supuesta inteligencia logicomatemática lo hacemos también a través de la lingüística, de la interpersonal, de la intrapersonal, e incluso de la fisicokinestésica, con los movimientos que inconscientemente vamos haciendo. Ningún estudio neurocientífico ha demostrado la validez de la hipótesis de las inteligencias múltiples, lo cual no quita que a nivel psicológico pueda ayudar a entender la complejidad y la diversidad de la inteligencia humana. Y desde el punto de vista educativo nos puede ayudar a planificar actividades más completas y transversales, que incorporen más aspectos complementarios, dado que cuantas más redes neurales activemos, mejor guardada quedará la memoria y con más eficiencia la podremos utilizar.

4. ¿Cómo se forma el cerebro? ¿Tiene alguna importancia el estilo de vida de los padres?

Como es lógico suponer, el cerebro, como cualquier otra parte del cuerpo, se va formando progresivamente durante el desarrollo embrionario y las etapas fetales. Tiene nueve meses para irse formando, pero tarda un poco en empezar a hacerlo y, llegado el momento del nacimiento, aún no está acabado del todo. Mejor dicho, al nacer el cerebro todavía está a medias. Somos la especie animal cuyas crías nacen más inmaduras, también en cuanto a la construcción y el funcionamiento del cerebro, lo que supone, aunque pueda parecer lo contrario, una gran ventaja, una oportunidad inmensa –y una gran responsabilidad para los padres, los educadores y la sociedad en general–. Vendría a ser como una motocicleta *custom*. ¿Conocen este tipo de motos, el máximo exponente de las cuales son las míticas Harley-Davidson? Son vehículos con un diseño muy básico y sencillo, generalmente espartano, especialmente adaptado para que cada persona lo vaya completando poco a poco con los complementos que más le gusten, e incluso que los pueda ir cambiando. El modelo básico condiciona el tipo de «personalizaciones» que se pueden hacer, pero cada complemento concreto que se añade depende únicamente de los gustos del motorista. Disculpen, pero me encantan estos vehículos. Como en una motocicleta personalizada, en la formación del cerebro intervienen directamente determinados programas genéticos –el modelo básico, para entendernos–, que indican cuándo y dónde se deben ir formando las diversas estructuras y neuronas, y, de una manera muy general, también cómo se han de ir conectando. Sin embargo, la intervención del ambiente es crucial –como la personalización de las motocicletas *custom*–, especialmente, pero no únicamente, durante la etapa fetal, que es cuando el cerebro incrementa más su tamaño y adquiere la estructura que lo hará

funcionar. También es muy importante después del nacimiento, claro está, pero de eso ya hablaremos en los próximos capítulos. Ahora me restrinjo al desarrollo embrionario y fetal. Es un proceso clave para el funcionamiento posterior del cerebro y, en consecuencia, para la vida mental de las personas. Por eso es tan importante el estilo de vida de la madre gestante.

1

El primer indicio de la formación del sistema nervioso lo encontramos dieciocho días después de la fecundación. No es un cerebro, ni tan siquiera un puñado de células nerviosas. Son un grupo de células que hasta aquel momento formaban parte de la capa más externa del embrión, de su «piel» –o *ectodermo* en terminología científica–, que, siguiendo el dictado estricto de los programas genéticos, empiezan a cambiar de forma. Poco a poco forman el tubo neural, que, por su parte anterior, crecerá hasta formar el cerebro, mientras que la parte posterior constituirá la médula espinal. Hacia la semana 25 de gestación –el sexto mes aproximadamente– el entramado neural básico ya está en su sitio, con las conexiones más cruciales para la supervivencia formadas. También durante este periodo se forma la corteza cerebral, la parte más externa del cerebro, que, como he dicho, es donde se generan y gestionan los procesos más complejos y exclusivos de nuestra vida mental, como la creatividad, el lenguaje, la toma de decisiones, el control ejecutivo, etcétera. La corteza cerebral está formada por seis capas de neuronas superpuestas, que se van formando de manera progresiva.

Este hecho coincide con el inicio del tercer y último trimestre de gestación, y es el momento a partir del cual el feto podría llegar a sobrevivir en caso de un parto prematuro, especialmente si se dispone de cierta ayuda tecnológica. Hacia la semana 27 de gestación, la superficie cerebral aumenta, pero sigue siendo lisa. El cerebro todavía no tiene la forma típica de nuez. Sigue incrementando el número de neuronas y aumentan las conexiones entre ellas. Y estas conexiones empiezan a ensayar su utilidad. El feto empieza a moverse: manos, pies, codos y rodillas van apareciendo de vez en cuando bajo la piel de la madre, como unos pequeños bultitos juguetones. Un poco

antes, el feto comienza a captar los primeros sonidos, incluidas las voces y la música que viene del exterior. Y también empieza a responder con pequeños movimientos o dejando de moverse si en ese momento se estaba moviendo, y haciendo muecas que a menudo cuesta decir si son de placer o de disgusto (o simplemente son respuestas neutras).

2

Todo ello va modelando el cerebro del feto. Inicialmente se producen más neuronas y más conexiones de las que necesitará, lo que hace que se tengan que ir perdiendo en función de su utilidad. Es lo que se llama podado neuronal (por comparación con la poda de árboles, con la que se eliminan determinadas ramas u hojas que sobran y «estorban» el conjunto). Sobre la semana 28 de gestación las neuronas superfluas empiezan a morir y las conexiones que no llevan a ninguna parte van remitiendo. Al nacer, el cerebro de un bebé pesa aproximadamente 350 gramos; en su primer aniversario unos 700 gramos, y a los dos años 900 gramos. El tamaño casi final se alcanza hacia los cuatro años de edad. Después del nacimiento, por lo tanto, el cerebro sigue creciendo, desarrollándose y madurando. Durante las etapas que se corresponden con la niñez y la adolescencia, el cerebro experimenta cambios importantes que están mucho más relacionados con el establecimiento de conexiones neurales entre neuronas ya existentes que con el incremento del número de estas células. Como un árbol cuando llega la primavera, al terminar la adolescencia las conexiones neurales comenzarán a florecer. El número de flores, sin embargo, y en consecuencia el número de frutos que pueda dar, dependerán en buena parte de la educación que les hayamos dado, del ambiente familiar, social y educativo que les hayamos generado. Sin embargo, desde el nacimiento hasta la juventud, de este fantástico árbol van creciendo ramas diferentes, que condicionan, y mucho, la práctica educativa. Ya hablaremos más adelante de estas etapas. Ciñámonos de momento al desarrollo embrionario y fetal. Quiero hablar de la importancia que tiene el estilo de vida de los padres sobre el desarrollo de sus hijos.

3

Quizás alguien pensará que, por el simple hecho de producirse antes de la llegada de los niños a los centros educativos (porque aún no han nacido), hablar de ello escapa a la labor de los profesionales de la educación. Yo discrepo, porque precisamente los niños y adolescentes de hoy, los que tenemos en nuestros centros educativos, en nuestras aulas, serán las madres y los padres del mañana, y por lo tanto también es un deber nuestro contribuir a formarles en la responsabilidad de la paternidad. Por ejemplo, para poner un caso muy conocido, una madre fumadora o que viva en un ambiente de fumadores, por el simple hecho de fumar o de ser fumadora pasiva hace que su sangre transporte hasta el feto las sustancias tóxicas que hay en el humo del tabaco, las cuales se sabe que afectan negativamente al desarrollo de los sistemas endocrino, reproductor, respiratorio y cardiovascular del feto, así como al sistema nervioso, incluyendo el cerebro. Se calcula que el hecho de fumar durante el embarazo incrementa en un 78 % las probabilidades de sufrir algún tipo de trastorno mental en la edad adulta, y dificulta el crecimiento del cerebro y la conectividad neural, dado que disminuye la cantidad de oxígeno que recibe. Lo mismo sucede con el alcohol y cualquier otra sustancia tóxica que podamos consumir durante el embarazo. Esto, a buen seguro, ya lo sabíamos todos. Y, dicho así, parece que podría librar a los progenitores masculinos de toda responsabilidad más allá de hacer que sus hijos aún no nacidos puedan ser fumadores pasivos si ellos consumen tabaco en presencia de la madre o en espacios comunes. Pues no es cierto, la responsabilidad es mucho más amplia, porque el humo del tabaco consumido por los padres (entendidos ahora como progenitores masculinos) no solo puede convertir a su hijo no nacido en fumador pasivo. Se ha visto que algunas sustancias del tabaco y también de otros productos tóxicos y drogas afectan directamente al material genético de los espermatozoides, las células sexuales masculinas, de tal manera que sus descendientes aún no concebidos pueden heredar un material genético paterno dañado, que les condicionará toda su vida. Las consecuencias de fumar o de tomar otras sustancias tóxicas pueden comenzar mucho antes de la fecundación, desde la adolescencia, que

es cuando algunas personas empiezan a iniciarse en el consumo de sustancias tóxicas. Y lo mismo sucede con las chicas y el material genético de sus óvulos. En próximos capítulos hablaré más de las adicciones.

> La responsabilidad de los progenitores en la construcción del cerebro de su hijo empieza antes de concebirlo. Por eso es tan importante formar a los futuros padres y madres en esta responsabilidad.

4

Pero no todo se restringe a evitar estilos de vida poco saludables. También se puede ser proactivo. Por ejemplo, se ha visto que practicar deporte moderado durante el embarazo tiene efectos muy beneficiosos para el nuevo individuo –y también, por supuesto, para la mujer embarazada–, que se manifiestan a largo plazo. Por un lado, el deporte que realiza la madre activa la formación de neuronas y su conectividad en el hijo aún no nacido, lo que mejora la capacidad de memoria durante, como mínimo, la niñez y la adolescencia. Pero la historia no termina ahí. También se ha visto que los hijos de madres que practican deporte moderado mientras están embarazadas dedican voluntaria e instintivamente más tiempo a practicar deporte durante la adolescencia y cuando son adultos, lo que les permite recoger en primera persona todos los beneficios que tiene la práctica deportiva en cualquier etapa de la vida. En otro capítulo hablaré de los beneficios del deporte sobre las capacidades cognitivas.

También se ha visto que las muestras de afecto de la pareja hacia la madre gestante favorecen el desarrollo del cerebro del feto. Estas muestras de afecto hacen que se incremente la producción de oxitocina por parte de la madre, la cual llega hasta el cerebro del feto en gestación. La oxitocina se conoce popularmente como la «neurohormona del amor», y se sabe que está implicada en muchas actividades biológicas y cerebrales, como por ejemplo en la sociabilización. En este caso, se ha visto que incrementa el número de conexiones en los centros que gestionan la memoria, lo que favorece esta

característica en el hijo, y al mismo tiempo ayuda a coordinar una serie de rutas neurales que están implicadas en la gestión de la ansiedad, lo que genera personas con más capacidades para gestionar el estrés y, en consecuencia, para llevar una vida más feliz y dignificante.

Ahora continuemos hablando de cómo se va formando el cerebro, concretamente después del nacimiento. En términos de neurociencia, se distinguen tres grandes «ventanas», unas etapas que presentan características diferenciadoras: de 0 a 3 años, de los 4 a los 11 años y la adolescencia. Vamos a examinarlas por separado.

5. ¿Por qué los niños de 0 a 3 años parece que se encanten y se abstraigan por cualquier cosa? ¿Aprenden realmente algo a estas edades?

Esta pregunta, o, mejor dicho, esta doble pregunta, podría tener una respuesta breve, muy breve: desde el nacimiento y hasta los tres años, los niños aprenden las cosas más importantes de su vida, las que condicionarán más su carácter y temperamento cuando sean adultos. Tal como suena. No recordamos las experiencias que hemos vivido en este periodo, ni tan siquiera somos conscientes de ellas, pero, como los pedagogos y psicólogos hace tiempo que nos vienen diciendo, es la etapa más crucial de la vida de una persona. Vayamos por partes, sin embargo, y examinemos primero qué le pasa al cerebro en esta etapa.

1

Llegados a este quinto capítulo, supongo que ya se habrán dado cuenta de que me gusta hacer comparaciones entre aspectos concretos del cerebro y situaciones muy diversas de la vida cotidiana que nos puedan resultar más cercanas (un mueble, una motocicleta...). Honestamente no sé si podré mantener esta tendencia durante todo el libro o se me agotarán las comparaciones, pero de momento aún me queda alguna. Imaginemos que queremos modelar una figurita de barro. Tomamos un pedazo de dicho material. Lo primero que hacemos es amasarlo bien y si es necesario lo remojamos hasta conseguir el grado de humedad justo que nos permita irlo moldeando progresivamente. Si el trozo que hemos tomado es pequeño, no podremos hacer una figurita demasiado grande. Si está demasiado seco o demasiado húmedo, también condicionará el grueso de las diferentes partes

de la figurita y aumentará o disminuirá la posibilidad de que se agriete cuando la pongamos a cocer. El resultado final dependerá muchísimo de esta primera fase; con un buen material conseguiremos figuritas más elaboradas y, sobre todo, consistentes. Es lo que hace el cerebro en estas edades, prepararse para lo que vendrá, para la «cocción»; adquirir la «consistencia» neural necesaria para el resto de su vida.

No he elegido la palabra *consistencia* aleatoriamente o porque quede bien. Según el diccionario, la consistencia es la solidez, la firmeza y la coherencia entre las partes de una cosa. En estas edades se establece literalmente la coherencia entre las partes del cerebro, cuyo funcionamiento genera y gestiona la mente de las personas durante toda su vida.

Entre el nacimiento y los tres años de edad los programas génicos que actúan en el cerebro activan las neuronas de la corteza para que establezcan muchas conexiones, muy especialmente entre áreas cercanas de esta zona. Como ya he dicho, la corteza cerebral es la zona del cerebro que genera y gestiona los procesos mentales más complejos y elaborados, como la empatía, la toma de decisiones, el control motor voluntario, el control ejecutivo y el lenguaje, entre otros. Por eso los niños aprenden a hablar solos a estas edades, sin que tengamos que enseñarles a hacerlo. Simplemente escuchan, imitan, ensayan, integran y, como por arte de magia (pero no hay ninguna magia asociada a ello), ¡ya está!, ya hablan.

Cuando llega ese momento, los programas genéticos favorecen que las neuronas de la corteza emitan prolongaciones para conectarse entre ellas, por lo que según qué variantes génicas lleve cada persona, esta actividad será mayor o menor. Pero lo que no dicen estos programas genéticos es qué neuronas concretas acabarán conectadas de manera efectiva, ni el número total de conexiones que habrá. Esto depende fundamentalmente del ambiente donde vive cada persona, que incluye el familiar, el social y, si se da el caso, también el educativo (porque, como saben muy bien, entre los 0 y los 3 años la escolarización no es obligatoria). Dicho de otro modo, las conexiones concretas que acabarán estableciéndose, y que condicionan las capacidades y la vida mental desde ese momento, dependen de la interacción dinámica y constante entre el ambiente y el cerebro, que va creciendo y madurando.

2

Antes de continuar, sin embargo, es necesario hacer un breve inciso para preguntarnos para qué sirve el cerebro. De manera intuitiva todos lo sabemos, de acuerdo, pero pienso que es bueno verbalizarlo para entender mejor lo que implica esta etapa y qué consecuencias tienen los millones de conexiones que se crean entre las neuronas de la corteza. El cerebro sirve, como ya saben, para aprender cosas, hacer latir el corazón, interpretar las imágenes que vemos y los sonidos que oímos, controlar el ritmo respiratorio y ajustarlo a la actividad física, y un larguísimo etcétera de otras actividades. En definitiva, integra todos los sistemas del cuerpo y permite que sobrevivamos.

Pero todavía tiene otra función que a menudo nos pasa desapercibida, a pesar de que está absolutamente relacionada con nuestra supervivencia. El cerebro es el órgano que permite que nuestro comportamiento se adapte al ambiente en el que vivimos, para poder sobrevivir. Y aunque esta adaptación se produce en el transcurso de toda nuestra vida, el momento más importante, absolutamente crucial, es durante la primera infancia. El motivo es simple: aunque los primeros años de vida los padres tienen mucho cuidado de sus hijos, tarde o temprano tienen que empezar a «espabilarse» solos. Y para hacerlo con éxito, antes deben aprender cómo han de reaccionar en función de qué esté pasando a su alrededor, para evitar peligros innecesarios y adaptarse al ambiente social y familiar donde viven. Eso es precisamente lo que hace el cerebro durante estos tres años, empaparse físicamente del ambiente donde vive esa persona y adaptar su comportamiento a ese ambiente.

Dicho de otro modo, aprende a interpretar las señales específicas del ambiente que lo rodea y ajusta las respuestas mentales a esas señales, siempre con el objetivo biológico final de favorecer su supervivencia. Piense que, en biología, el instinto de supervivencia es el más arraigado de todos (solo comparable al de reproducirse). Esta adaptación queda físicamente grabada en el cerebro y se plasma en muchas de las conexiones de la corteza, que, como ya saben, es donde se generan y gestionan los aspectos más complejos del comportamiento. Volviendo a la figurita de barro, el cerebro infantil

«busca el grado de humedad justo para no agrietarse al hacerse mayor» (no se lo tomen al pie de la letra, el cerebro no se humedece, sino que establece las conexiones necesarias para poder incorporarse autónomamente a la sociedad). Incluso el aprendizaje «automático» de la lengua materna y de otros idiomas con los que los niños estén en contacto se circunscribe a esta adaptación inicial al ambiente, dado que el lenguaje es uno de los elementos más importantes que permiten la integración al ambiente social.

3

Les pongo un ejemplo muy ilustrativo. Se ha visto que las personas adultas que, cuando eran niños, vivieron en un ambiente de alta conflictividad, ya sea familiar, social, estructural, etcétera, presentan algunas conexiones en la corteza cerebral ligeramente diferentes a las que crecieron en un ambiente de relativa estabilidad. No son radicalmente diferentes, porque el patrón básico del cerebro es muy similar en todas las personas, pero sí ligeramente diferentes, en especial, y esto es lo importante, en la zona de control de las emociones. Esto hace que, ya desde pequeñas y durante toda su vida, estas personas tengan tendencia a ser mucho más impulsivas (por oposición a reflexivas). El motivo es muy simple. Las emociones, como veremos en el próximo capítulo, son patrones de comportamiento que se desencadenan de forma automática ante una situación que percibimos como una posible amenaza. No hay un acuerdo generalizado sobre cuántas emociones diferentes podemos generar, pero hay algunas que son absolutamente básicas y transversales, como, por ejemplo, el miedo, la ira, el asco y la alegría. De momento no es necesario que se preocupen mucho de este tema, porque a continuación hablaremos ampliamente de las emociones. Lo importante, por ahora, es que se desencadenan de forma automática. Y solo somos conscientes de ellas cuando ya se han iniciado, momento en el que las podemos reconducir si lo consideramos oportuno, pero no las podemos alterar antes. En esta tesitura, un niño que ha vivido en un ambiente de alta conflictividad ha experimentado muchas situaciones amenazadoras, que pueden suponer un peligro. Y ante un peligro potencial hay que responder de

manera rápida, sin reflexionar (porque reflexionar requiere tiempo, un tiempo del que a menudo no se dispone cuando la amenaza es inminente). Hay que ser impulsivo. Y eso es lo que favorecen estas conexiones.

Imagine ahora que está cómodamente sentado a la orilla del mar leyendo este libro y de repente ve un oso polar caminando por la playa. Automáticamente su cerebro emite una señal de alarma –un oso polar puede ser muy peligroso–, a la que hay que responder rapidísimamente. Las emociones se ponen en marcha incluso antes de que seamos conscientes de que aquella masa blanca que se acerca es un oso polar. Si nota miedo, que es una de las emociones primarias, empezará a correr y a huir sin pensarlo, o alternativamente se esconderá detrás de una roca. Si, en cambio, sus hijos están cerca y no hay tiempo para huir todos juntos, posiblemente se disparará la ira, que se asocia a la agresividad, y quizás se enfrentará al oso para proteger a sus hijos mientras estos huyen –o por lo menos se interpondrá en su camino para darles más margen de tiempo. Y una vez haya iniciado alguna de estas acciones, una vez se haya desencadenado alguno de estos comportamientos emocionales, solo entonces será consciente de ello. Si en vez de responder automáticamente lo hiciésemos reflexivamente y empezáramos a pensar y a valorar alternativas posibles, cuando tomásemos la decisión muy posiblemente ya no habría ninguna decisión a tomar, ya que el oso –o la amenaza que fuera– ya nos habría atacado, si esa era su intención.

En el caso que nos ocupa, los niños que han crecido en ambientes de alta conflictividad, el cerebro se ha adaptado físicamente, a través de las conexiones que se establecen, a sobrevivir a las amenazas y a los peligros habituales, y lo ha tenido que hacer limitando la capacidad reflexiva y la habilidad para controlar las emociones, para favorecer precisamente la impulsividad. En este caso es más adaptativo, es decir, favorece más la supervivencia, ser impulsivo y dejar que las emociones campen libremente a sus anchas que controlarlas de forma reflexiva, aunque nos lleven hacia la agresividad o el miedo (o ambas cosas a la vez, que es lo que suele pasar). En cambio, un ambiente de relativa estabilidad permite que se desarrollen más conexiones en las zonas implicadas en el pensamiento reflexivo y en el control consciente de las emociones, puesto que las amenazas son menos

habituales y menos inminentes, motivo por el cual este ambiente genera personas que pueden reconducir las emociones con más facilidad.

4

Pero mucha atención, porque en esta ventana del desarrollo no se están creando conexiones hacia la zona del cerebro que genera las emociones. Esta zona, que se llama *amígdala*, se encuentra en las capas profundas del cerebro, no en la corteza. Las amígdalas –tenemos dos, una en cada hemisferio cerebral– forman parte de los llamados núcleos basales, una de las partes más primitivas del cerebro de los vertebrados. En esta etapa de la vida, las amígdalas ya funcionan y generan emociones, ¡por supuesto que lo hacen! Pero los niños no las pueden controlar porque la zona de control consciente todavía se está preparando y no está suficientemente madura. De hecho, no empezará a madurar hasta la adolescencia, pero de eso ya hablaremos cuando toque. Por eso cuesta tanto consolar a los niños cuando lloran, hacerles reflexionar cuando se enfadan o hacerles estar serios cuando ríen a carcajadas. Las emociones y las respuestas emocionales se disparan solas, pero les es muy difícil controlarlas. En el próximo capítulo seguiré hablando de las emociones.

> La etapa de los 0 a los 3 años imprime buena parte del carácter y el temperamento que las personas tendrán el resto de su vida; desde el punto de vista conductual y comportamental es la etapa más crucial de la vida de una persona.

Todo esto que estoy contando tiene dos consecuencias importantes. Por un lado, una vez hechas estas conexiones cuesta mucho deshacerlas (tenemos el cerebro «programado» de esta manera), por lo que esta etapa imprime muchísimo el carácter y el temperamento que tendremos durante el resto de nuestra vida, el carácter y el temperamento que nuestros alumnos y alumnas

tendrán el resto de su vida. Es, por consiguiente, como ya he dicho, la etapa más crucial para la vida de una persona, sin paliativos ni concesiones de ningún tipo. Por otra parte, las consecuencias en el ámbito educativo son también muy importantes. En el ejemplo que he puesto de un ambiente conflictivo, una persona poco reflexiva tendrá siempre más dificultades para aprender cosas nuevas, dado que el aprendizaje debe ser también reflexivo. No piensen, sin embargo, solo en términos de conflictividad. Este es solo un ejemplo, y lo he puesto porque he trabajado el tema de la violencia desde diversas perspectivas. Un cerebro estimulado, por ejemplo (nunca sobreestimulado, porque la sobreestimulación lleva al estrés y el estrés, como discutiremos más adelante, es el enemigo número 1 del cerebro y la educación), acabará teniendo más conexiones que un cerebro sin tantos estímulos externos; un niño querido y valorado desarrollará conexiones que le harán sentirse más seguro y confiado a lo largo de su vida, y por tanto lo hará más capaz de amar y transmitir seguridad; un niño que vea tolerancia a su alrededor tendrá más activo el centro de gestión de la empatía (para ser tolerantes tenemos que saber ponernos «en la piel de los otros»), etcétera.

5

Por eso los niños de 0 a 3 años parece que se distraigan y se abstraigan por todo: sencillamente se sienten atraídos por cualquier cosa que suceda en su entorno y centran su atención en esas «otras» cosas, para interiorizarlo todo en sus conexiones neurales y construir un cerebro con las conexiones adecuadas para poder adaptarse y sobrevivir en el ambiente en que nacen y crecen, a través del comportamiento que manifestarán el resto de su vida. Parece que estén distraídos o absortos, pero no lo están: su cerebro busca y detecta cualquier novedad que haya o se produzca en su entorno, para interiorizarla y aprender de ella. De hecho, uno de los comportamientos instintivos más característicos de las personas y que se manifiesta muy intensamente en esta etapa es la llamada búsqueda de novedades. Volveré a hablar de ello cuando aborde la adolescencia, pero de momento les propongo un pequeño «experimento».

> Los niños de 0 a 3 años se sienten atraídos por cualquier cosa que pase en su entorno y permanecen atentos para interiorizarlo todo en sus conexiones neurales y construir un cerebro que les permita adaptarse y sobrevivir en su ambiente, a través del comportamiento que manifestarán el resto de su vida.

Para hacerlo necesitan un niño que tenga entre uno y dos años de edad y que les conozca –porque la gracia no es que ustedes sean la novedad–, y también precisan de un objeto que el niño no haya visto nunca y que no suponga ningún peligro. Espere a que el niño esté entretenido, él solo, haciendo cualquier cosa –encajando piezas, haciendo rodar un coche, lo que sea–, y entonces, como quien no quiere la cosa, deje ese objeto en el suelo, ni demasiado cerca ni demasiado lejos de él, y continúe su camino, como si nada hubiese sucedido. ¿Sabe qué hará el niño? Tan pronto detecte el objeto, y lo hará en breve, dejará lo que estaba haciendo e irá a buscarlo. Lo cogerá, lo tocará, lo chupará (según la edad), lo manipulará, le dará golpes... En definitiva, examinará esa «novedad» para integrarla en sus conocimientos acerca de la vida. Por eso es tan importante proporcionarles un ambiente diverso, no sobreestimulante –más adelante hablaré de la sobreestimulación–, donde puedan ir a su aire. Debemos llevarlos al parque, a la montaña y a la playa. Que manoseen la tierra y examinen todo su entorno. Que estén con nosotros mientras hablamos con otras personas para que puedan observarlas e integrar nuestras reacciones, y que vayan literalmente empapándose de la vida, en sentido amplio.

Las experiencias vitales son cruciales, pero, sin embargo, nadie (o casi nadie) recuerda nada de lo que le ha sucedido antes de los tres años. Todo esto queda en el inconsciente, grabado en conexiones que no podremos recordar de forma voluntaria, lo que hace aún más difícil reconducir conductas problemáticas o desadaptativas cuyo origen se remonte a estas edades. ¿Saben por qué no recordamos nada de lo que nos ha sucedido antes de los tres años? Esta edad es orientativa, por supuesto, porque hay

diferencias en la velocidad de maduración entre unos cerebros y otros. Les pido un poco de paciencia, porque esto lo responderé en el capítulo 7.

6. ¿Qué son las emociones? ¿Tienen relación con los aprendizajes? ¿Y es cierto que «la letra con sangre entra»?

En el capítulo anterior he hablado un poco de las emociones, pero no he profundizado en las explicaciones porque bien merecen un capítulo para ellas solas. De hecho, merecerían un libro entero, o mejor una enciclopedia. Pero ni yo sé tanto (ya me gustaría saber mucho más) ni posiblemente ustedes tengan suficiente tiempo para leer una *Enciclopedia de las emociones* entera, por lo que lo dejaremos en un capítulo. Pero no se preocupen, porque saldrán muy a menudo a partir de ahora... Esto ya debería darnos una pista sobre su importancia. Imaginemos nuevamente un vehículo motorizado, el que usted quiera –yo me imagino una motocicleta *cruiser* de gran cilindrada, a medio camino entre una *custom* y una de turismo–. Si le preguntara cuál de los tres componentes de pilotaje siguientes es más importante, el acelerador, el freno o el volante, ¿qué contestaría? Si en vez de ser un libro esto fuera una conferencia le dejaría treinta segundos para pensarlo...

… y acabaría diciendo que, en el fondo, es una pregunta con trampa. Si me contestara que los frenos son más importantes porque permiten controlar la velocidad y detener el vehículo para evitar incidentes, contestaría que lo es más el acelerador, ya que, si no ponemos el vehículo en movimiento, ¿por qué habría que detenerlo? O el volante, para poder seguir las curvas de la calzada y esquivar los obstáculos. Y viceversa. En realidad, los tres elementos son igualmente importantes, pero su importancia relativa depende del uso que hagamos de ellos en cada instante y de su combinación dinámica para mantener una conducción ágil, segura y en la buena dirección. Sucede como con las emociones y el razonamiento –o la reflexividad–. En el ejemplo

que acabo de poner, yo compararía las emociones con el acelerador, y la reflexividad con el freno y el volante. Ahora lo explico mejor.

1

Las emociones son patrones de comportamiento que se desencadenan de forma automática y preconsciente ante cualquier situación que conlleve un cambio en el *statu quo* del momento, muy especialmente si este cambio implica la existencia de posibles amenazas, con independencia de que sean físicas o sociales. Esta distinción no es gratuita: más adelante veremos que la percepción de amenazas sociales puede tener un gran impacto en la educación. La parte del cerebro especializada en generar las emociones son las amígdalas. Tenemos dos, una en cada hemisferio, y se encuentran en la parte más primitiva del cerebro, que compartimos con todos los vertebrados. Desde el punto de vista evolutivo son extremadamente importantes, por lo que se han conservado casi intactas en todos los grupos de vertebrados, incluidos nosotros. No se encuentran aisladas dentro del cerebro, sino que forman parte de un grupo más amplio de estructuras que se denominan núcleos –o ganglios– basales. La función global de los núcleos basales incluye el control motor, la generación de las emociones, la cognición y el aprendizaje. Es necesario, por tanto, hablar de ello en un libro como este, por motivos obvios. Aparte de las amígdalas, los núcleos basales incluyen también el cerebelo, que integra las vías sensitivas y las motoras, y, de manera muy importante para la temática de este libro, el denominado tálamo, que es el centro de la atención, y el hipocampo, que es el centro gestor de la memoria (¡atención!, es el centro gestor de la memoria, pero los recuerdos y todo lo que aprendemos no queda almacenado en el hipocampo). Del tálamo y del hipocampo hablaré en otros capítulos, y del cerebelo no hablaré más, pero de momento vale la pena saber que están asociados a las amígdalas.

No hay un consenso generalizado sobre cuántas emociones diferentes pueden generar nuestras amígdalas, ni cómo clasificarlas. El principal problema es lingüístico, cómo expresar con palabras unas respuestas de comportamiento que son automáticas y que además se desencadenan de

manera preconsciente. Es todo un reto, como pueden imaginar. Cabe decir que, aunque a menudo utilizamos las palabras *emoción* y *sentimiento* como sinónimos, en neurociencia no lo son. Las emociones ya he explicado qué son; los sentimientos, en cambio, constituyen la racionalización y la verbalización que hacemos de las emociones una vez somos conscientes de ellas, y, por lo tanto, ya no son primarias, sino que en ellas influyen los elementos culturales y educativos de cada persona.

Una de las clasificaciones más completas –puesto que distingue más emociones– enuncia la existencia de unas cuarenta emociones diferentes, muchas de las cuales parecen ser la combinación en diferentes porcentajes de otras emociones más básicas. En orden alfabético son el aburrimiento, la aceptación, el afecto, el agradecimiento, la agresión, la ambivalencia, el amor, la ansiedad, la apatía, la compasión, la confusión, la culpa, la depresión, el desprecio, el dolor, la duda, la empatía, la envidia, la esperanza, la euforia, el éxtasis, la frustración, el hambre, la histeria, el horror, la hostilidad, el interés, el lamento, la lástima, la nostalgia, el odio, el orgullo, la paranoia, el perdón, el placer, la rabia, el remordimiento, la simpatía, la soledad, el sufrimiento y la vergüenza. Para simplificar, a menudo se habla de cuatro o seis emociones básicas y transversales, que son el miedo, la ira, el asco (o la aversión) y la alegría, y a menudo también la tristeza y la sorpresa, que de una u otra manera se asocian y generan todas las demás.

2

Las emociones son clave para la supervivencia de los individuos. Ya lo avanzaba en el capítulo anterior, cuando explicaba que los niños que en las primeras etapas de la vida viven en entornos de alta conflictividad generan conexiones neurales que favorecen la impulsividad, o, dicho de otro modo, que restringen la reflexividad, como una manera de aprovechar más la ventaja de las emociones como un mecanismo de respuesta rápida ante cualquier situación de peligro. Las emociones, repito, son un mecanismo que permite acelerar nuestras respuestas –o responder de manera ultrarrápida a posibles amenazas–. Por eso en la analogía que proponía al principio del capítulo las

comparaba con el acelerador de un automóvil. Permítanme ahora que ponga otro ejemplo cotidiano, que ayuda a comprender la importancia de las emociones y el hecho de que se generen de forma automática y preconsciente.

Imagine que está en medio de una reunión social, con sus amigos y los amigos de sus amigos, a muchos de los cuales no conoce demasiado bien. Entre todos han preparado bocaditos para picar, y usted se dirige hacia un platillo con berberechos. Tras pinchar uno con el palillo, se lo lleva a la boca y, cuando lo empieza a saborear, nota un gusto terrible de podrido, señal inequívoca de que está en mal estado. Sin pensarlo ni un segundo, lo más probable es que lo escupa allí mismo, sin tener en cuenta las personas que le rodean. Y justo cuando lo está escupiendo, y por tanto ya es inevitable, es cuando se dará cuenta de la acción que ha emprendido. No podrá evitar escupir, pero lo que hará a continuación será reconducir la situación para no continuar regurgitando restos de berberecho que todavía pueda tener en la boca y, si es posible, escupirlo en la mano, no en medio de la mesa. El asco es una emoción muy poderosa, puesto que nos permite actuar con mucha rapidez cuando ingerimos un alimento en mal estado. Un alimento contaminado podría provocar la muerte, y, como ya he dicho, la función principal de las emociones es favorecer la supervivencia con acciones y comportamientos ultrarrápidos.

Asimismo, cuando la amígdala pone en marcha un patrón de comportamiento, automáticamente informa a la corteza cerebral, la zona reflexiva del cerebro, lo que hace que, primero, nos hagamos conscientes de la emoción desencadenada y de la acción emprendida y, segundo, nos permite reconducirla. Esta es la principal diferencia entre las personas impulsivas y las reflexivas, la facilidad con que se dan cuenta de sus emociones y de las acciones que han emprendido y con la que las pueden reconducir. En la comparación con la que he empezado este capítulo, la de qué elementos de pilotaje de un vehículo son más importantes, esta capacidad de reconducir las emociones o las acciones que hemos emprendido sería el equivalente al freno, para detener la acción si realmente es desadaptativa, y el volante, para alterar su dirección y reconducirla. Sin embargo, para reconducir la situación

hay que estar atentos a la conducción, hay que ser también reflexivos. En otro capítulo hablaré de la reflexividad y retomaré esta comparación.

3

Lo mismo que acabo de explicar con respecto al asco lo podría aplicar al miedo, la ira, etcétera. Hace un par de años, por ejemplo, estuve con mi familia conviviendo unos días con un pueblo nativo de la isla de Macasar, en Indonesia, los *tana toraja*. Asistimos a una ceremonia funeraria, en la que sacrifican bueyes en honor al difunto. En un momento dado, un buey herido de muerte escapó de las personas que lo sujetaban y se dirigió corriendo hacia donde estábamos mis hijos y yo (mi esposa, más lista y reflexiva, estaba en lugar seguro). Les aseguro que no fui consciente de que estaba parado delante del buey cerrándole el paso hasta que vi cómo mis hijos corrían, y en aquel momento no fui consciente de que mis piernas también se habían puesto a correr hasta que ya estaba lo suficientemente lejos. Sin estas dos respuestas emocionales encadenadas, primero de ira y después de miedo, tal vez nos hubiéramos lastimado. El buey, por supuesto, también huía del cautiverio impulsado por sus emociones. Soy consciente de que explicar esta anécdota quizá no sea políticamente correcto en una cultura que afortunadamente cada vez tiene más claro que hay que evitar el sufrimiento innecesario a los animales, y más en espectáculos públicos, pero pienso que se ajusta perfectamente a la temática del capítulo. Sin embargo, tras finalizar este suceso sin que nadie hubiera resultado herido, a todos se nos escapó media sonrisa. La alegría también es una emoción, pero de ella hablaré más adelante (mi esposa, ahora que la he mencionado, a menudo me dice que me gusta hacerme el misterioso).

Emociones y supervivencia están absolutamente vinculadas. ¿Qué consecuencias tiene esto para la educación? Es muy sencillo. Cualquier aprendizaje que tenga componentes emocionales el cerebro lo interpretará como clave para la supervivencia y, por tanto, lo almacenará mejor y luego permitirá que se utilice con más eficiencia. Dicho de otro modo: si un aprendizaje cualquiera, en el momento de adquirirse, se ha relacionado con

emociones, es que hay que recordarlo bien para ser más eficientes la próxima vez que nos encontremos en una situación similar, dado que, según interpreta el cerebro, de ello depende la supervivencia. Dicho, una vez más, de otro modo distinto: si un aprendizaje, conceptual, actitudinal, aptitudinal, etcétera, no va asociado a componentes emocionales, el cerebro no ve ninguna utilidad en guardarlo y, por tanto, lo olvidamos con rapidez o, si recordamos fragmentos de este, más adelante los utilizamos de manera muy poco eficiente. Y no solo eso. Se ha comprobado también que las emociones generan una especie de resaca emocional que hace que cualquier aprendizaje que realicemos durante los treinta minutos posteriores a una activación emocional, aunque no tenga nada que ver con ella, el cerebro lo asocia a esa emoción. Esta resaca emocional consiste en una sensibilización de los circuitos neurales encargados de procesar las emociones. Las emociones son clave en los aprendizajes, en el modelo educativo y en el ambiente del aula.

> Cualquier aprendizaje que tenga componentes emocionales el cerebro lo interpretará como clave para la supervivencia y, por tanto, lo almacenará mejor y luego permitirá que se utilice con más eficiencia.

4

Ya hace tiempo que se conoce la importancia de las emociones, lo que ha permitido desarrollar modelos de educación emocional. ¿Es necesario, sin embargo, ofrecer «educación emocional» en las aulas? Pues depende. Si los alumnos maduran emocionalmente de manera correcta, como corresponde a su edad (de eso los psicólogos infantiles y los pedagogos saben mucho más que yo), pienso que no es necesario hacer ningún tipo de educación emocional específica, aunque tampoco está de más, por supuesto. Lo que siempre es necesario, eso sí, es que los aprendizajes, sean del tipo que sean, vayan asociados a emociones. Ahora bien, si detectamos en el aula alumnos con déficits emocionales o de maduración de la gestión emocional, entonces la educación emocional es una muy buena herramienta educativa,

imprescindible para el desarrollo integral de esas personas. Recuerde cuál debe ser, para mí, el objetivo central de la educación –es por tanto mi visión subjetiva–: ayudar a las personas a crecer en dignidad. Y, sin una buena gestión emocional, la dignidad propia y la que ofrecemos a los demás muy posiblemente será deficitaria. Quizá este párrafo sea algo innecesario, porque en un aula de veinte o veinticinco alumnos es fácil que siempre haya alguno o más de uno al que le sea útil –y necesaria– la educación emocional. Y el resto, sin duda, también le sacará un buen provecho.

Y ahora viene una paradoja muy interesante. Si la educación, para ser efectiva, debe ir siempre vinculada a emociones, y el miedo, por ejemplo, es una emoción: ¿se puede enseñar con miedo? ¿Debemos dar por buena aquella frase antigua que dice que «la letra con sangre entra»? Pues sí, la tenemos que dar por buena. Pero, mucha atención, ¡no la debemos aplicar nunca! Ahora me explico mejor.

5

El miedo es una emoción muy poderosa, y por lo tanto todas las experiencias que van relacionadas a esta emoción quedan implantadas en el cerebro, en la memoria. Soy de la generación que aún vivió el castigo físico como metodología digamos «educativa». Debo decir que solo de manera muy esporádica y cuando tenía entre 6 y 8 años, pero recuerdo perfectamente la cara del profesor de música y las fichas que nos hacía rellenar, un señor mayor (se jubiló cuando yo tenía 8 años, y de eso ya hace un buen puñado) que, cuando no las realizábamos correctamente o cuando no entrábamos cuando tocaba en el canon (le gustaba especialmente ensayar cánones), nos daba un golpe con la batuta en la palma de la mano. A mí no me lo había hecho nunca, pero recuerdo el pánico cada vez que íbamos al aula de música. ¡Qué diferencia con la academia de música a la que me llevaron mis padres poco después, donde disfrutaba de lo lindo con el método Jaques-Dalcroze!

Estoy hablando mucho de mí en este capítulo, ¿no es cierto? No es gratuito ni es que tenga un ataque de ego (que yo sepa, por lo menos); enseguida

verán el motivo. Es un pequeño «experimento» que estoy haciendo con ustedes. Después se lo explico.

El miedo, decía, es una emoción muy poderosa, y efectivamente se puede aprender a través del miedo: el miedo al castigo físico, a hacer el ridículo, al qué dirán los compañeros y los padres, a no poder salir al recreo, a tener que hacer más deberes en casa en vez de jugar, incluso el miedo de tener miedo. Durante mucho tiempo la educación ha utilizado sistemas que, de una u otra manera, aprovechaban el miedo, y aún hay países en el mundo que basan el aprendizaje en el miedo, aunque «solo» sea el miedo al fracaso y a la «humillación familiar» (miedo social, en definitiva, por eso lo he mencionado antes). Y lo más curioso es que parece que estas técnicas «funcionan» en muchas personas, porque aprenden muchas cosas. Sin embargo, también hay muchas en las que no son efectivas, puesto que los países que basan sus sistemas educativos en el miedo al fracaso y en la humillación familiar (en Asia hay unos cuantos) también son los que tienen una mayor tasa de niños y adolescentes con depresiones severas que llegan al extremo de no querer salir nunca más de su habitación –y «nunca más» es una expresión muy fuerte–, y con una tasa más elevada de suicidio entre los adolescentes (incluidos suicidios colectivos y pactos de suicidio). Por eso en la introducción he querido dejar muy claro cuál debe ser para mí el objetivo primordial de la educación: ayudar a crecer en dignidad.

Aparte de estos casos tan extremos, asociar los aprendizajes a la emoción de miedo tiene otras consecuencias a largo plazo, opuestas al hecho de crecer en dignidad. Si aprendemos con miedo, si nuestros alumnos aprenden con miedo, el cerebro asociará el hecho de aprender cosas nuevas a la emoción de miedo, y por lo tanto cuando ya no tengan la obligación de ir a un centro educativo, muy posiblemente nunca más querrán aprender cosas nuevas por sí mismos o por propia voluntad, porque solo pensar que tienen que aprender algo nuevo les generará automáticamente miedo. Y el miedo es un sentimiento muy incómodo y desagradable, que todos rehuimos. O alternativamente no disfrutarán de seguir creciendo como personas a través de nuevos aprendizajes. La vida, en cambio, es y debe ser aprendizaje

constante. Sin embargo, ¿a cuántos de nosotros a veces nos da miedo aprender cosas nuevas de determinados campos concretos?

> Si se aprende con miedo el cerebro asocia el hecho de aprender cosas nuevas a la emoción de miedo, y por lo tanto cuando ya no tengan la obligación de ir a un centro educativo, posiblemente nunca más querrán aprender cosas nuevas, porque solo pensar que tienen que aprender algo nuevo les generará automáticamente miedo. O alternativamente no disfrutarán de seguir creciendo como personas a través de nuevos aprendizajes, porque el miedo es un sentimiento muy incómodo y desagradable.

6

Ya hace tiempo que las prácticas pedagógicas que utilizamos no contemplan el miedo como estrategia educativa, pero eso no quita que, en determinadas ocasiones, sin que nosotros queramos ni lo hagamos conscientemente, algún alumno pueda asociar aprendizaje a miedo. Justo el día antes de redactar este capítulo di una conferencia en Mataró, con motivo del inicio del curso escolar, a los maestros de la zona. Uno de los asistentes, al finalizar, me hizo una reflexión muy interesante. Me comentó que, a veces, para estimular a los alumnos de sexto de Primaria a trabajar más, les decía: «¡Ya veréis lo que es trabajar duro cuando el próximo curso hagáis la ESO!». Para algunos alumnos esto puede ser un estímulo, especialmente para los que ya hayan aprendido a disfrutar de los aprendizajes o que sean especialmente competitivos y suficientemente potentes como estudiantes. Para otros, no supondrá ni fu ni fa. Pero es posible que para algunos eso signifique afrontar la ESO con miedo, el miedo al fracaso, por ejemplo, o a tener que trabajar más cuando, en realidad, su cerebro aún les pide jugar, lo que puede facilitar que, como mínimo inicialmente, asocien algunos aprendizajes de esta etapa

educativa, o el hecho de aprender en general, a la emoción de miedo. El miedo es muy sutil.

Con esta reflexión, sin embargo, ¡no pretendo dar miedo a nadie! Todo lo contrario. Como ya he dicho en la introducción, pienso que en general estamos avanzando en la dirección correcta, y lo único que pretendo es exponer elementos de reflexión para crecer como educadores.

7

Otras emociones son el placer o la alegría, como les guste más, y la sorpresa. Por tanto, aprender a través de la alegría y el placer también contribuye a dejar más huella en el cerebro y poder utilizar estos conocimientos de manera más eficiente. Quizás no es una emoción tan potente como el miedo, y esto puede hacer pensar que cuesta más aprender de este modo, pero las consecuencias a medio y a largo plazo son abismalmente diferentes. Aprender con placer hace que, en un futuro, cuando nuestros alumnos sean adultos, sientan placer por aprender cosas nuevas, en vez de miedo. De momento dejo aquí este tema, porque hablar del placer también merece un capítulo entero. Hablaré del placer en relación a cómo se aprende mejor, si aislados o en grupo, de forma individual o bien colectiva y cooperativa. De momento solo he querido dejarlo anotado.

> Aprender a través de la alegría y el placer contribuye a dejar huella en el cerebro. No es una emoción tan poderosa como el miedo, pero aprender con placer hace que las personas sientan placer por aprender cosas nuevas.

Por cierto, ¿saben por qué he hablado de mí en varias ocasiones en este capítulo? Como ya he adelantado, ha sido un pequeño experimento, o quizá sería mejor decir una demostración práctica. Cuando oímos anécdotas de otras personas, ya sean conocidas o desconocidas, se nos conectan

automáticamente varias zonas del cerebro, muchas de las cuales son de la corteza, que, en conjunto, forman el llamado *cerebro social*. El cerebro social es una especie de GPS que nos permite navegar por las complejas e intrincadas relaciones sociales. Y el cerebro social está conectado a las emociones. Depende de ellas y las nutre. He hablado de mí como estrategia para despertar sus emociones a través del cerebro social y recuperar, por si acaso era necesario, su atención en esta lectura. Ustedes dirán si lo he conseguido…

7. ¿Por qué las niñas y los niños de 4 a 11 años aprenden a aburrirse en clase? ¿Qué hay que transmitirles?

El cerebro de los niños y de los adolescentes pasa por varias etapas de desarrollo, unas *ventanas*, en terminología neurocientífica, en las que los programas genéticos indican qué zonas del cerebro deben conectarse, pero no señalan qué neuronas concretas terminarán efectivamente conectadas ni cuántas conexiones se producirán. Esto depende de la interacción dinámica entre el ambiente y el cerebro en construcción. Empecé a hablar de esto al final del capítulo 4, y en el capítulo 5 expliqué la primera de estas ventanas, la que está abierta entre los 0 y los 3 años. Ahora hablaré de la segunda ventana, que se produce entre los 4 y los 11 años aproximadamente. A medio camino, en el capítulo 6, me entretuve hablando de las emociones y de su importancia en educación: por un lado, porque en la ventana de los 0 a los 3 años ya las había mencionado y necesitaba clarificar y ampliar conceptos; y, por otro, porque de ahora en adelante será necesario tener presente todo lo que he explicado sobre las emociones para abordar esta segunda ventana –y, de hecho, el resto de libro.

Fíjense en que estas ventanas corresponden bastante bien a las etapas educativas: jardín de infancia de 0 a 3 años; preescolar y Primaria de 4 a 11 años, y Secundaria y Bachillerato a partir de los 11 años. No es casualidad. Estas etapas se han establecido con criterios pedagógicos, y la pedagogía se fija en los cambios mentales de los niños y adolescentes. Dado que estos cambios mentales son el reflejo de cambios en la estructura del cerebro, es lógico que las ventanas que señala la neurociencia coincidan con las de la pedagogía. Aprovecho esta reflexión para plantear otra y evitar

malentendidos: los estudios en neurociencia no pretenden, ni deben pretender en ningún caso, sustituir las tareas y las propuestas pedagógicas. La neurociencia nos dice cómo funciona el cerebro en cada caso y qué correlación tiene su funcionalidad con las diversas actividades mentales, y la pedagogía desarrolla estrategias educativas adaptadas a las diversas situaciones para sacar el máximo provecho del funcionamiento del cerebro, como ha hecho hasta ahora –pero ahora posiblemente con más datos, puesto que puede utilizar, y debería aprovechar, las que aporta la neurociencia.

Los estudios en neurociencia no pretenden, ni deben pretender en ningún caso, sustituir las tareas y las propuestas pedagógicas.

1

Entre los 7 y los 11 años disminuye la tasa con la que se establecen conexiones nuevas entre áreas cercanas de la corteza cerebral –recordemos que esto es lo que pasa entre los 0 y los 3 años–, y se empiezan a crear conexiones entre la corteza y las zonas que hay debajo, más «primitivas» desde el punto de vista evolutivo. No es que dejen de generarse conexiones dentro de la corteza: se siguen creando y se seguirán creando durante toda la vida, pero la etapa principal durante la que la corteza se empapa del ambiente para adaptar los comportamientos futuros del individuo se sitúa entre los 0 y los 3 años, como ya he mencionado y discutido. En esta etapa, como es lógico, el papel de la familia es insustituible, lo que implica que hay que explicarlo a los alumnos mayores, los de final de Secundaria, para que sean plenamente conscientes de ello el día que decidan ser padres.

En esta nueva ventana, entre los 7 y los 11 años, la corteza empieza a establecer conexiones con otras zonas del cerebro, de las cuales quiero destacar dos: la amígdala, que como ya saben genera las emociones, y el hipocampo, que también forma parte de los núcleos basales y que gestiona la memoria. Empecemos por las conexiones con la amígdala.

El hecho de que la corteza empiece a conectarse de manera expresa con la amígdala permite que, poco a poco –*muuuuuuy* despacito–, nuestros alumnos vayan adquiriendo cierto control sobre la gestión de sus emociones. Esto no quiere decir que las puedan controlar automáticamente, ni siquiera que las puedan entender directamente. El control de la gestión emocional no termina de madurar hasta que se supera la adolescencia, por lo que aún les falta mucho. Pero por primera vez pueden ser un poco conscientes de su gestión emocional, dado que en la corteza es donde se generan los procesos de toma de decisiones, de control ejecutivo, de empatía, etcétera. Este hecho conlleva dos consecuencias. Por un lado, las emociones siguen siendo clave en los aprendizajes –esto no hacía falta decirlo, porque siempre son cruciales–, pero si bien hasta los 3 o 4 años las absorbían de manera inconsciente, ahora por primera vez pueden ser relativamente conscientes de la emoción de aprender –sea cual sea la forma que tome esta emoción, de placer, de miedo, etcétera–. Por otra parte, y como consecuencia de ello, cuando los contenidos de aprendizaje no van asociados a emociones, aprenden a aburrirse. ¿No se han fijado en que los niños hasta los 3 años parece que no se aburran nunca? Si están tranquilos, con las necesidades básicas satisfechas y tienen algún adulto cerca como referente que les transmita seguridad, normalmente van haciendo su vida, en el sentido de que se entretienen solos. Por supuesto que les gusta interactuar con los adultos, por lo que reclaman esa interacción. Pero no se aburren nunca.

Entre los 4 y los 11 años toman consciencia de la emoción de aprender, y como consecuencia de ello, cuando los contenidos de aprendizaje no van asociados a emociones, aprenden a aburrirse.

En cambio, a partir de los 4 años, si lo que hacen no les interesa, o si no tienen nada que hacer, pueden empezar a aburrirse. Dentro del aula, una de las causas principales de este aburrimiento es, precisamente, la falta de

emociones vinculadas a lo que están haciendo. No quiero decir con ello que los profesionales de la educación no intentemos transmitirlo todo también con contenidos emocionales. Estoy hablando de cómo lo perciben ellos, y eso es mucho más complicado. La educación, ya lo he dicho al principio del libro, es un proceso bidireccional. Depende de qué transmitamos nosotros en todos los sentidos y de cómo lo perciben los alumnos (y viceversa). Si la gestión emocional que realizamos nosotros en el aula no conecta con ellos, su percepción será que no hay emociones. Y si no hay emociones, ¿por qué lo deberían aprender? Simplemente, como ya he dicho, el cerebro percibe los aprendizajes sin carga emotiva como si no fuesen necesarios para la supervivencia, y por tanto tiende a ignorarlos. No hay soluciones fáciles. Como apuntaba en el primer párrafo, en la reflexión que planteaba sobre neurociencia y pedagogía, la neurociencia explica el qué, y a partir de ahí la pedagogía hace las propuestas educativas necesarias. Pero el simple hecho de saberlo, puede ayudarnos a gestionar mejor nuestras aulas, a comprender qué circula dentro de las conexiones neurales de nuestros alumnos. El conocimiento siempre nos enriquece y mejora la percepción y la comprensión del entorno.

3

No es esta la única causa por la que empiezan a aburrirse. Hay otras, pero también relacionadas con las emociones. Cuando, por el motivo que sea, un alumno empieza a ser consciente de que aprender le provoca miedo –repito: por el motivo que sea–, se puede «desconectar» emocionalmente de estos aprendizajes. Es el llamado *apagón emocional*. La emoción, como su nombre indica, implica movimiento, interacción con el mundo –la palabra *emoción* proviene del prefijo latino *ex* (‘fuera’) y la palabra *motio* (‘movimiento’, ‘acción’, ‘gesto’)–. La sensación de miedo resulta muy desagradable, motivo que favorece el apagón emocional, con el que sobreviene también el aburrimiento. Sea como fuere, a partir de los 4 años los niños y las niñas pueden empezar a aburrirse, lo cual puede iniciar un círculo vicioso que construya una barrera cada vez más impermeable a los nuevos aprendizajes.

4

Hay muchas maneras que pueden ayudar a evitarlo o a disminuir su incidencia. Los pedagogos saben de este tema mucho más que yo, que no lo soy, pero, desde el punto de vista del funcionamiento del cerebro, cualquier aprendizaje que se inserte en la realidad cotidiana de los alumnos es siempre mucho más significativo y, en consecuencia, activa automáticamente el centro de las emociones. Dicho de otro modo, si es cotidiano es porque está implicado en la supervivencia. Por poner un ejemplo muy simple: si necesitamos estudiar los peces, ¿por qué no podemos ir al mercado del barrio, pasando por las calles de alrededor de la escuela que ellos conocen (y por tanto que les son significativas), y pedir a la pescadera o al pescadero que les enseñe cómo son las branquias, la cola, la forma del cuerpo, las vísceras, etcétera? Seguro que para ellos será mucho más significativo que verlo en las ilustraciones de un libro. El libro lo podemos mirar después, una vez lo hayamos hecho significativo. Sí, ya lo sé, la pedagogía moderna ya hace muchas décadas que enfatiza todos estos aspectos. Se lo advertí en la Introducción: los estudios en neurociencia nos ayudan a entender por qué estas propuestas educativas funcionan y qué consecuencias tienen a medio y a largo plazo. Quizás con esta aproximación vivencial tendremos menos tiempo para aprender cosas nuevas, pero lo importante para el cerebro en estas edades no es la cantidad, sino la calidad. No se trata de aprender muchas cosas (esto, como veremos dentro de un par de capítulos, será más importante en la adolescencia), sino de sentir placer e interés en aprender cosas nuevas. En definitiva, aprender a gestionar de forma positiva las emociones de cara a los aprendizajes.

5

En esta ventana, entre los 4 y los 11 años, la corteza establece conexiones con la amígdala y también con el hipocampo. Hablemos un poco del hipocampo. Como ya he mencionado, es el centro gestor de la memoria, pero la memoria no se almacena en el hipocampo. Imagine una gran ciudad, llena de cruces y

semáforos (en este capítulo aún no había propuesto ninguna analogía, y ya lo echaba de menos). Cada semáforo regula el tráfico en su cruce y da paso a unos vehículos u otros, a unos peatones u otros, de forma ordenada. Regula la conectividad en ese punto. Aunque pueda parecer que los semáforos de cada cruce son independientes de los otros cruces, lo cierto es que en muchas ciudades hay un centro gestor del tráfico que regula su sincronización para favorecer la fluidez global, y desde donde se puede modificar dicha sincronización según las condiciones de cada momento. Por ejemplo, la frecuencia y la secuencia de los cambios semafóricos de verde a rojo y viceversa dependen de la hora del día, para favorecer determinadas rutas y evitar atascos y colapsos hasta donde sea posible. Pues bien, nuestra memoria vendría a ser como los semáforos repartidos por toda la ciudad, la conectividad entre calles, y el centro gestor del tráfico equivaldría al hipocampo, que favorece el flujo en unas vías u otras según las necesidades de cada momento. El hipocampo, sin embargo, es mucho más rápido y efectivo que cualquier centro de gestión del tráfico; rara vez hay atascos en el cerebro (solo cuando estamos estresados, pero ya hablaré de ello cuando discutamos cuáles son las causas y las consecuencias del estrés). La memoria reside en conexiones por todo el cerebro y la corteza tiene un papel muy destacado en ello.

Hay todavía otra comparación posible con respecto a la función del hipocampo en la memoria, complementaria a la anterior. Si abrimos el navegador de nuestro ordenador, veremos que existe la posibilidad de tener direcciones de internet almacenadas como «favoritos». Nuestro ordenador o nuestra tableta no almacenan toda la información de estas páginas de internet, solo conservan la dirección del enlace. Pues bien, el hipocampo sería el lugar donde se guardan estas direcciones del cerebro. Cuando queremos recuperar algo de la memoria, el hipocampo busca la dirección pertinente y la activa.

El hecho de que en estas edades se establezcan conexiones entre la corteza y el hipocampo indica que, por primera vez, podemos ser conscientes de nuestros recuerdos, y en consecuencia los podemos evocar a voluntad. Por eso no recordamos las vivencias anteriores a los 3 años, aproximadamente; sencillamente todavía no se estaban generando conexiones entre la corteza y

el hipocampo, y por lo tanto era imposible gestionar conscientemente los recuerdos. He conocido a alguna que otra persona que afirma recordar con nitidez experiencias de cuando tenía un año, o incluso menos. En ciencia nunca se puede decir que la posibilidad de que algo suceda es igual a cero, puesto que para poderlo asegurar completamente habría que hacer infinitos experimentos o examinar a infinitas personas, y eso es imposible. Pero la posibilidad de que eso ocurra es extremadamente remota. En la mayor parte de casos, la explicación más plausible es que alguien nos ha contado aquella experiencia posteriormente y la hemos incorporado a nuestra memoria como si fuera nuestra, muy especialmente si tiene una fuerte carga emotiva. Pero ello no excluye completamente otras posibilidades, entre otros motivos porque cada cerebro madura a un ritmo ligeramente diferente. A continuación, hablaré un poco más de los ritmos de maduración.

6

Puesto que estas conexiones con el hipocampo nos permiten ser conscientes de lo que aprendemos y recuperarlo a voluntad, esta etapa es la de mayor influencia sobre las habilidades y destrezas académicas, incluidas la capacidad de razonamiento y de integración de la información y la memoria, entre otras. Tampoco estoy diciendo nada nuevo: es la etapa en la que nuestros alumnos aprenden a leer y a escribir, en la que realizan los primeros razonamientos logicomatemáticos, etcétera. También es cuando aprenden a memorizar. No es la mejor época «cerebral» para hacer grandes aprendizajes memorísticos (eso vendrá con la adolescencia), pero sí es el momento ideal para trabajar la memoria como destreza académica –a mí me gusta más decir como «destreza personal»–. Si combinamos este hecho con la importancia de las emociones, podemos extraer la conclusión de que, entre los 4 y los 11 años, no es tan importante lo que memorizamos, sino el hecho de aprender a memorizar y memorizar cosas por el gusto de hacerlo; es decir, de trabajar la memoria con cosas que generen emociones agradables, para estimularla y hacerla placentera. Recuerdo con mucha pereza el momento en que me hicieron aprender la lista de los reyes godos: Ataúlfo, Leovigildo, etcétera.

Para mí no era significativo, por lo que solo recuerdo dos (y, además, para ser honesto, los he comprobado buscándolos en internet). Ya sé que ahora no entran en el currículo, pero es un ejemplo para decir que a estas edades no es tan importante qué memorizan, sino, sobre todo, que memoricen lo que les interese, algo que les sea significativo. O que nosotros lo sepamos hacer interesante y significativo, claro está.

> La etapa comprendida entre los 4 y los 11 años es la que tiene más influencia sobre las destrezas académicas, incluidas la capacidad de razonamiento y de interrelación y la memoria.

7

Para terminar este capítulo quiero plantear una reflexión sobre los ritmos de maduración del cerebro. He dicho que cada cerebro madura a un ritmo ligeramente diferente: algunos van más rápidos y otros más lentos. ¿Qué sucede si exigimos a un alumno que desarrolle una destreza académica para la cual su cerebro aún no está suficientemente maduro? Un caso muy significativo es el de la lectura. En muchos países, los currículos contemplan aprender a leer entre los 5 y los 6 años, un intervalo que se inserta plenamente en esta segunda ventana. Hacia los 5 años, aproximadamente el 50-60 % de los cerebros han madurado lo suficiente como para empezar a aprender a leer. ¡Fantástico!

O quizás no sea tan fantástico, porque alrededor del 40 % de los alumnos no tienen aún la suficiente madurez cerebral. Ya la tendrán, claro que sí (a menos que haya algún problema subyacente), pero aún no la tienen. ¿Qué pasa si se les obliga a leer? En pocas palabras: primero, que no aprenderán hasta que su cerebro haya madurado, y, segundo, que inconscientemente es posible que algunos o muchos acaben asociando leer a una sensación de incomodidad (o incluso de inseguridad o miedo). No es que nosotros, como profesionales de la educación, les demos miedo si no aprenden a leer; son los alumnos los que quizá lo percibirán de este modo, por ejemplo, cuando les

hagamos leer en clase. Los que tienen dificultades verán que hay compañeros que lo hacen bien, y por comparación se sentirán incómodos. Y asociarán leer a esta incomodidad.

También puede ser que pidamos a los padres que les ayuden, y que se pongan cada día un rato con sus hijos para leer un trocito de un cuento. Si los padres lo hacen con gusto y sin prisas, con placer y por placer, no habrá ningún problema, porque los hijos lo vivirán como un momento tierno. Pero si los padres no lo hacen a gusto, o bien comparan a su hijo con el del vecino que quizá es más pequeño y ya sabe leer, o se estresan porque no tienen tiempo (socialmente es necesario que nos replanteemos muy seriamente los horarios familiares y la conciliación de la vida familiar y laboral), entonces tendremos un mal asunto entre manos, porque también desde casa recibirán esa sensación de incomodidad, de «rechazo» porque no acaban de hacer suficientemente bien lo que les exigimos. Dicho de otro modo, inconscientemente asociarán la lectura a una sensación de incomodidad incluso antes de saber leer. Y cuando sean adolescentes nos quejaremos porque no son buenos lectores. ¿Pueden ser buenos lectores, los adultos podemos ser buenos lectores, si asociamos leer a incomodidad? No estoy diciendo que esta sea la única causa de que a muchas personas no les guste leer, pero sin duda es una de ellas.

¿Quiere decir esto, por lo tanto, que debemos empezar la lectura más tarde? Pues no, tampoco, porque muchos alumnos pueden aprender a disfrutarla ya con 5 o 6 años, y bien merecen que les enseñamos a hacerlo. Lo que quiere decir es que no tenemos que ser tan exigentes o intransigentes cuando un alumno aún no ha madurado lo suficiente. Debemos ser más laxos y tolerantes y reconducirlo siempre hacia el disfrute y el placer en los aprendizajes, que deben ser flexibles. Los alumnos deben tener a su alcance los elementos necesarios y debemos estimularlos a usarlos, pero sin ejercer presiones innecesarias. Ya sé que me dirán que esto que propongo puede topar con el cumplimiento de los currículos. Bueno, los currículos los podemos ajustar levemente. La maduración natural del cerebro, no.

8. ¿Cómo aprendemos? ¿Podemos desaprender?

No sé si han contado las veces que ha salido hasta ahora la palabra *aprender* o alguno de sus derivados, como *aprendizaje*, pero si el contador del procesador de texto que utilizo no me ha fallado, ronda las noventa. Quizá ha llegado el momento de explicar mejor qué significa aprender a nivel neural, antes de sumergirnos de lleno en la fantástica y alborotada adolescencia, que es la época de los grandes aprendizajes conscientes. Ya he hablado un poco de cómo aprendemos en las dos *ventanas* que he discutido hasta ahora (entre los 0 y los 3 años y de los 4 a los 11 años), pero conviene sistematizarlo y ampliarlo. Cualquier aprendizaje, ya sea conceptual, actitudinal o de aptitudes, queda fijado en el cerebro a través de un patrón dinámico de conexiones, de redes específicas que pueden ser locales y restringidas o bien muy amplias, y que comunican zonas distantes del cerebro. Ya he dicho que, si no hay emociones implicadas, el registro que queda de cualquier experiencia o aprendizaje es muy pequeño, por lo que todos los aprendizajes significativos deben pasar de alguna manera por la amígdala. Y también, por supuesto, por el hipocampo, que es el centro gestor de la memoria. Pero estos son solo dos pequeños puntos del entramado cerebral, ya que las redes de memoria van por muchas zonas del cerebro.

1

Un primer apunte que es importante tener en cuenta es que, si la red neural relacionada con un aprendizaje es muy extensa, lo recordaremos mejor y lo podremos utilizar con más eficiencia. Esto quiere decir que los aprendizajes transversales tienen más impacto en el cerebro que los que son mucho más

concretos y restringidos. Uno de los experimentos que más me gusta en este contexto es el siguiente. Se valoró qué alumnos de un curso de Secundaria aprendían mejor matemáticas, los que tenían un profesor que gesticulaba mucho cuando daba clase o los que tenían un profesor más hierático, por decirlo de alguna manera. El resultado, muy claro y convincente, indica que los alumnos de profesores de matemáticas que gesticulan mucho pueden aplicar con mucha más eficiencia los conceptos que han aprendido. Lo que más sorprende de este resultado, sin embargo, es el motivo. Cuando un alumno aprende matemáticas, tiene muchas zonas del cerebro activas, entre ellas las del razonamiento logicomatemático. Ahora bien, si el profesor gesticula, por un simple efecto de imitación (en otro capítulo hablaré de la importancia de la imitación), los alumnos también tienen activas las neuronas de la zona motora de la corteza, aunque estén sentados y quietos. Esto supone que la actividad de estas neuronas motoras quede también asociada a los conceptos matemáticos que han aprendido, de manera que cuando después los tienen que poner en práctica reaprovechan estas neuronas para resolver problemas, lo que incrementa la eficiencia global del proceso.

Dicho de otro modo, el cerebro no funciona de manera parcelada, sino integrada, y, cuantos más aspectos diferentes integre un aprendizaje, más significativo será globalmente y mejor lo recordaremos y lo utilizaremos. No sé si se han fijado, pero a veces los alumnos recuerdan mejor, por ejemplo, cualquier anécdota de un animal a través de una lectura que han realizado en la clase de lengua que si lo hubiera explicado el profesor de ciencias naturales en su clase como parte del temario; o aplican mejor un porcentaje si lo calculan en la clase de gimnasia sobre la efectividad de los tiros libres a la canasta de baloncesto que en la clase de matemáticas. Cuanto más transversales sean los aprendizajes, mejor. No siempre es posible hacerlo todo de manera transversal, a menudo por motivos organizativos (no por «incompatibilidades» entre materias), pero conviene favorecerlo dentro de unos límites razonables. Otro tema diferente es cómo evaluamos los conocimientos transversales, dado que las pruebas clásicas, monotemáticas, no solo no los favorecen, sino que van en sentido contrario. Pero la vida no está parcelada y el cerebro ha evolucionado para adaptarse a la vida. Si

vamos al mercado a comprar mandarinas y manzanas, ¿qué parte del cerebro tenemos más activa: la logicomatemática para hacer la suma de lo que tenemos que pagar, la naturalista para valorar la calidad de la fruta o los conceptos de física para entender que 2 kilos de manzanas son el doble de peso que 1 kilo de mandarinas, a pesar de que en un kilo de mandarinas haya más piezas de fruta que en dos de manzanas? ¿O pensamos en términos ecológicos, para evitar utilizar más bolsas de plástico de las necesarias, o sociales, cuando imaginamos la cara de ilusión que pondrá nuestra hija, nuestro hijo o nuestra pareja cuando vea aquellas mandarinas tan dulces y que sabemos que le gustan tanto? Obviamente lo tenemos todo activo de forma transversal e integrada. Con esto tampoco pretendo proponer una apuesta radical para hacerlo todo, absolutamente todo, transversal. Pero sí para utilizar siempre el aprendizaje contextualizado, con contextos cercanos a los alumnos para que les sean significativos, dado que activan muchas más zonas del cerebro, las cuales están dispuestas, precisamente, a integrar los contextos.

2

«Todo esto puede ser muy interesante», deben estar pensando –de hecho, espero que lo estén pensando–, «pero aún no ha explicado cómo se forman las redes neurales». Es muy simple de contar. A nivel celular es un proceso muy complejo, en cuya comprensión hay muchos grupos de investigación trabajando, pero explicar la base conceptual es simple y proporciona ideas muy interesantes sobre la práctica educativa. Cuando un grupo de neuronas recibe el impulso genético de conectarse a otro grupo, estas células empiezan a emitir unas prolongaciones (los *axones* en terminología científica) que se dirigen hacia el lugar de contacto. Cuando llegan, si encuentran una neurona que no está activa «pasan» de ella y van a buscar otra. Es lo mismo que hacemos nosotros si estamos sentados ante el televisor haciendo *zapping*. Si ponemos un canal que no está emitiendo nada y por lo tanto la pantalla se ve toda de color negro, no nos quedamos mirándola mucho rato. Esperamos unos instantes, y pulsamos rápidamente el mando para no perder tiempo y

pasar al siguiente canal. Del mismo modo, si la neurona que quiere establecer un contacto se encuentra con una que no está activa, no se entretiene y va a buscar otra. Esto indica que un cerebro estimulado, es decir, con más neuronas activas, acabará teniendo más conexiones que un cerebro no estimulado. Y tener más conexiones significa tener más conocimientos o poderlos utilizar de manera más eficiente. Mucha atención, sin embargo, porque estimulado no significa sobreestimulado. La sobreestimulación lleva al estrés, dado que el cerebro percibe la sobreestimulación como si le estuviéramos pidiendo más de lo que puede dar. Y el estrés –de hecho, el estrés crónico, pero ya hablaremos de ello en otro capítulo– es un enemigo importante en cualquier proceso de aprendizaje y, de hecho, para la maduración equilibrada del cerebro.

Cuando una neurona entra en contacto con los terminales de otra que está activa, se conectan y empiezan a ensayar la utilidad de la conexión. Si la conexión es útil, se mantiene. Si es muy útil, en el punto de conexión se fabrica una sustancia –denominada *neurotrofina*– que atrae a otras neuronas a conectarse también a ese punto, lo que refuerza la conexión. De hecho, la experiencia que adquirimos sobre cualquier cosa o proceso a medida que lo repetimos con éxito una y otra vez no es más que ese refuerzo en las conexiones, que motiva que cada vez nos sea más fácil utilizarlas y hacerlo con más eficiencia. Caramba, este es un párrafo con muchas cosas a comentar, con muchas consecuencias interesantes. Vayamos por partes.

3

Por un lado, si la experiencia se basa en reforzar algunas conexiones, quiere decir que el trabajo repetitivo ayuda a consolidar los aprendizajes. Es cierto, pero eso ya lo sabíamos y en el aula lo hacemos a menudo –y hay que seguir haciéndolo–. Pero debemos estar alerta porque si siempre se repite algo de la misma manera el reforzamiento será único, según un solo patrón de conexiones. Sin embargo, cuanto más amplias y extensas sean las redes neurales mejor recordaremos aquel aprendizaje y con más eficiencia lo podremos utilizar. Lo he dicho al inicio del capítulo. Por lo tanto, en

cualquier repetición que hagamos con nuestros alumnos es conveniente introducir pequeños elementos de novedad, que no distraigan del objetivo principal de aprendizaje, para continuar reforzando la red en cuestión, pero que permitan también ampliarla y ramificarla hacia otras direcciones. Además, repetir siempre lo mismo de la misma manera provoca que se pierda el interés, decaiga el componente emocional y se pueda llegar al aburrimiento, del que ya he hablado. La repetición con novedades refuerza y amplía la red, y ayuda a mantener la atención y el interés.

4

Continuemos analizando las implicaciones que conlleva la forma que tiene el cerebro de conectar las neuronas durante los aprendizajes. Decía hace un par de párrafos que, si la conexión resulta útil, se mantiene. Pero, ¿qué quiere decir *utilidad* en una conexión? Esto puede comprenderse más fácilmente en los aprendizajes motores. Cuando un niño aprende a andar, empieza siempre tambaleándose. Ahora oscila hacia la derecha, ahora se queda quieto y vacila, ahora cae de culo, luego se tropieza consigo mismo cuando una pierna choca con la otra, da un par de pasos más o menos en línea recta y vuelve a empezar. ¿Qué está pasando en su cerebro? Hay una zona de la corteza, que se llama *corteza motora*, que controla los movimientos voluntarios del cuerpo. Cuando aprendemos a andar (un periodo que encaja perfectamente en la primera ventana que he comentado, de los 0 a los 3 años), la corteza motora crea conexiones de manera muy activa y ensaya su utilidad cada vez que el niño intenta dar un paso. Aquellas conexiones que permiten que una pierna adelante a la otra sin tropezar son útiles porque le permiten andar sin caerse, y el cerebro las mantiene. En cambio, las conexiones que provocan que una pierna tropiece con la otra no resultan útiles para andar, y remiten –desaparecen–. Por eso, al final, todo el mundo acaba andando más o menos recto y cayéndose relativamente pocas veces.

En este contexto resulta fácil entender el concepto de utilidad. Pero, ¿y en las conexiones relacionadas con los aprendizajes conceptuales, actitudinales o de aptitudes? Pues bien, se ha visto que lo que el cerebro percibe como

máxima utilidad en estos aprendizajes es la aceptación, la valoración y el reconocimiento social –de los compañeros, los profesores, los padres, etcétera–. Tan simple y a la vez tan complejo como eso. En otro capítulo discutiré más extensamente este punto, cuando hable de la importancia de los aprendizajes cooperativos y colaborativos como un modo de generar placer social y aceptación comunitaria en los aprendizajes. Supongo que con todo lo que he explicado hasta ahora ya intuyen por dónde va a ir la cuestión, pero prefiero tratarlo más adelante. De momento lo dejo anotado, porque aún hay otras consecuencias interesantes de esta manera tan efectiva que tiene el cerebro de establecer, de mantener y de seleccionar las conexiones.

> En cualquier aprendizaje, conceptual, actitudinal o aptitudinal, lo que el cerebro percibe como máxima utilidad es la aceptación asertiva, la valoración y el reconocimiento social.

5

Prosigamos. Si cada aprendizaje se sustenta en un patrón determinado de conexiones, ¿qué ocurre cuando incorporamos más conocimientos a algo que ya sabíamos? No estoy diciendo nada extraño, es el famoso y útil crecimiento en espiral. Cada dos o tres cursos se vuelven a tratar temas equivalentes, pero incorporando cada vez nuevos conocimientos. Es muy sencillo: las redes que soportan cada nuevo aprendizaje se forman sobre las redes preexistentes que ya contenían elementos similares. Vendría a ser como ampliar un castillo hecho con piezas de construcción añadiendo, por ejemplo, una torre nueva o un nuevo puente levadizo a las murallas que ya estaban construidas. Las redes se van ampliando y afinando con cada nueva aportación. Esto tiene dos consecuencias que vale la pena tener muy en cuenta. La primera consecuencia es que, cuantos más conocimientos tenga una persona, cuanto más complejas sean ya sus redes, cuanto más relacionadas estén las unas con las otras a través de aprendizajes transversales, más fácil le será adquirir conceptos nuevos y más integrados quedarán, porque encontrarán un sustrato

mucho más amplio y adecuado para enraizar. Si en un huerto hago un solo surco y lanzo aleatoriamente semillas por todo el terreno, muy pocas caerán en buen lugar para germinar. En cambio, si he hecho muchos surcos, habrá muchas más que podrán germinar.

> Cualquier nuevo aprendizaje se sustenta en aprendizajes previos relacionados, ampliando y afinando las redes neurales. Esto implica que cuantos más conocimientos tenga una persona mejor incorporará aprendizajes nuevos, y que, si adquirimos aprendizajes erróneos, estos condicionarán los futuros aprendizajes sobre temas relacionados.

La segunda es que, si se asimila un aprendizaje erróneo, cualquier concepto que aprendamos sobre esa misma temática se sustentará en una red que contendrá elementos erróneos. Si en el castillo hecho con piezas de construcción del ejemplo anterior he olvidado poner una columna que aguante el techo, nunca podré construir una habitación encima para que viva el fantasma del castillo, porque podría derrumbarse. ¿Y no podemos levantar el techo para añadir esa columna? Pues no. El cerebro tiene muy activos los mecanismos para establecer nuevas conexiones, pero salvo momentos muy determinados del desarrollo en los que de manera programada elimina conexiones que no resultan útiles (se denomina *podado axonal*), una vez consolidada una conexión cuesta mucho deshacerla. Aprender es muy fácil, pero desaprender es extremadamente complejo. Por eso es tan difícil deshacer cualquier concepto que los alumnos hayan adquirido erróneamente. La red ya está creada, y la podemos ampliar, pero la base, con el error, se mantendrá. A base de repeticiones, con la experiencia, podemos potenciar otras vías que no sean erróneas, pero la errónea permanecerá allí. Esto supone una responsabilidad para los profesionales de la educación. Si no sabemos algo, debemos preparárnoslo bien antes de explicarlo. Porque si nuestra

explicación contiene errores, estos pueden quedar fijados en las conexiones del cerebro de nuestros alumnos.

De hecho, cuando una persona muestra conductas desadaptativas graves que requieren el trabajo de un psicólogo, este trabajo no consiste en deshacer las conexiones neurales responsables de las conductas desadaptativas –sean del tipo que sean–, sino en potenciar la creación de conexiones nuevas a través de la reflexión, el razonamiento y las emociones, que sirvan de baipás a las otras, de modo que al final al cerebro le sea más fácil utilizar las nuevas que seguir usando las antiguas. Cuando en una carretera un puente ya es viejo y resulta demasiado estrecho para absorber el paso de vehículos –cuando resulta desadaptativo porque genera riesgos y atascos–, se construye una derivación –un baipás– que permita a los vehículos pasar por un puente nuevo más adecuado, pero generalmente el puente viejo no se desmonta.

Cabe decir que desaprender no es sinónimo de olvidar. Olvidamos aquellas cosas que no han quedado bien fijadas en el cerebro. Olvidar no implica recortar –o podar– conexiones. En cambio, si han quedado bien fijadas, no las olvidamos. Entonces es cuando habrá que «desaprender» conceptos erróneos y podar conexiones, pero esto, como he dicho, es mucho más complejo.

6

Finalmente, todo lo que aprendemos durante el día permanece inicialmente en unas redes que se llaman de memoria a corto plazo, y se olvida con mucha facilidad. La consolidación de los aprendizajes, el paso de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo se produce cuando dormimos. Por eso la cantidad de horas de sueño, y sobre todo su calidad, es absolutamente imprescindible. Cuesta decir cuántas horas debe dormir una persona, un niño, un adolescente o un joven. Normalmente se habla de unas ocho horas de media, pero cuanto más pequeños más horas necesitan dormir, entre otros factores porque durante el día su cerebro ha hecho muchas más conexiones y, por lo tanto, consolidarlas lleva más «trabajo». No siempre el ambiente favorece dormir las horas adecuadas o que la calidad del sueño sea

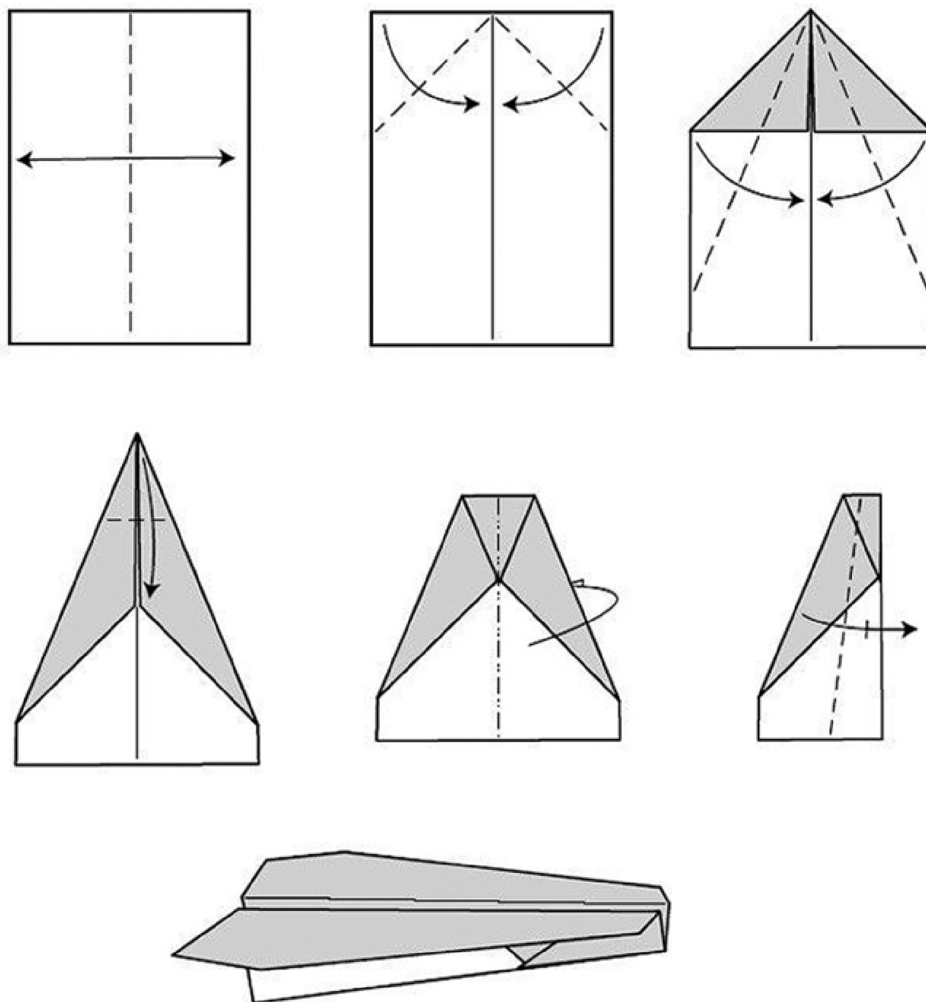
suficientemente reparadora. No pretendo hacer ninguna disertación sobre la necesidad de dormir o la mejor manera de conseguir una buena calidad del sueño, pero en general debemos concienciar a los alumnos de que, antes de meterse en la cama, deben reducir el ritmo de actividad y dejarse llevar por la dulce somnolencia que el mismo cuerpo genera. Como en cualquier aspecto del cerebro, el estrés es también el gran enemigo del sueño reparador.

El momento de acostarse también varía con la edad. Curiosamente, se ha visto que durante la adolescencia se produce, de manera natural, un retraso en la hora de acostarse. El sueño llega un poco más tarde, y esto hace que el momento de despertarse por la mañana también se retrase. No deja de ser curioso, sin embargo, que llegados a la adolescencia los horarios escolares a menudo se adelanten de las 9 a las 8 de la mañana. Los adolescentes son todo un mundo. Enseguida hablaremos de él. Antes, sin embargo, les quiero proponer una pequeña actividad manual.

Hagamos un avión de papel para volar bien alto

Ahora que estamos prácticamente en la mitad del libro, quizás sería un buen momento para hacer un pequeño descanso, un interludio, por llamarlo de alguna manera. Leer puede ser muy placentero, pero también resulta cansado. Por eso quiero proponerles una manualidad. Vamos a hacer un avión de papel. ¡Sí, un avión para volar bien alto!

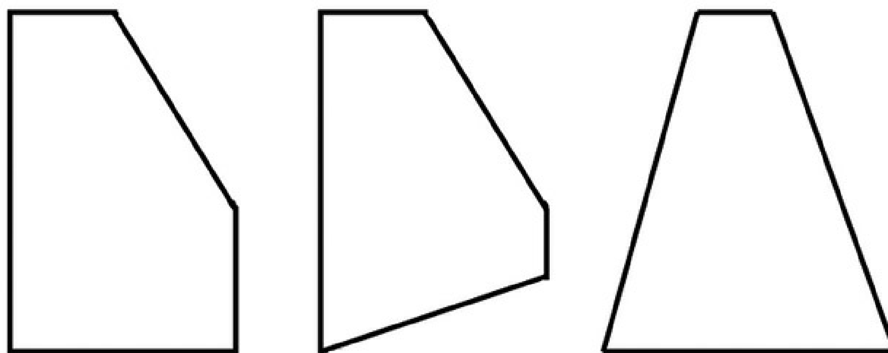
Tomen un folio de papel rectangular y dóblenlo como indican los esquemas siguientes:



Una vez lo tengan acabado, pruébenlo. Es un modelo sencillo que suele volar muy bien, y si se lanza con cierta fuerza hacia el suelo remonta el vuelo y se eleva por

encima de la cabeza de quien lo ha lanzado.

Después, vuelva a hacer el avión siguiendo estas mismas instrucciones, pero en lugar de usar un papel rectangular utilice un polígono diferente, como por ejemplo alguno de los siguientes:



Seguro que habrán visto que el avión no queda igual. Si intentan repetir el mismo procedimiento de antes, al avión le faltará un pedazo de ala, o el morro no tendrá suficiente contrapeso y no volará bien, etcétera. Sin embargo, ¿es imposible hacer un avión que vuele bien con trozos de papel como estos sin recortarlos? No, de ningún modo. Claro que podemos hacer uno. Si queremos reproducir el procedimiento anterior, necesitaremos hacer un pliegue inicial que convierta el polígono en un rectángulo, y, a partir de ahí, a pesar de que el rectángulo sea menor, ya podremos hacer el avión directamente. O, alternativamente, podemos ensayar otras maneras de doblar el papel y generar nuevos modelos de avión, a los que no les falte nada y que también puedan volar.

¿Por qué les explico todo esto? Como muy probablemente ya deben haber adivinado, el objetivo de este interludio no era solo descansar un poco cambiando de tema, sino profundizar en todo lo explicado hasta ahora de una forma diferente. Una manera de concebir cómo se va formando y reformando el cerebro durante los aprendizajes y en la educación en general es comparándolo con la papiroflexia. Del mismo modo que la forma inicial del papel condiciona la manera de hacer el avión y su forma final, también los genes y la biología intrínseca de nuestros alumnos condicionan sus capacidades cognitivas y sus habilidades mentales. Cada uno ha heredado los genes que ha heredado de sus padres, y no podemos hacer nada a este respecto (ni falta que hace). Dado que no podemos cambiar la forma del papel en este juego de papiroflexia (que en esta comparación

equivale a decir que no podemos cambiar la genética de nuestros alumnos), lo que hace falta es que nos concentremos en el modo de doblarlo, para aprovechar al máximo el papel que tenemos y construir así un avión que vuele lo más alto posible. Esta es la función de la educación: sacar el máximo provecho de las potencialidades que tienen nuestros alumnos para ayudarles a crecer en dignidad, para aprender a «volar más alto». La educación no dobla el cerebro como lo hacemos en la papiroflexia, pero interviene, y mucho, en las conexiones neurales que se van formando. Y es en estas conexiones donde reside la vida mental. A esta comparación a mí me gusta denominarla cerebroflexia: la capacidad de la educación, entendida en sentido amplio (en la escuela, en la familia, en la sociedad), de modelar el cerebro de las personas. Es la gran responsabilidad y el gran reto de los educadores y, de hecho, de toda la sociedad. Un gran reto y una gran responsabilidad, y también, a menudo, un gozo.

Ahora ya podemos retomar el discurso del libro. ¡Buen vuelo a todos!

9. ¿Por qué la adolescencia es tan entretenida? ¿Y por qué los adolescentes intentan saltarse las normas?

La adolescencia es una de las etapas más fascinantes de la vida, una época de crecimiento, maduración, cambio y descubrimiento interior y exterior. Para los profesionales de la educación y para los padres es también una época difícil, llena de contradicciones, en que los conceptos de paternidad y de educación adquieren otra dimensión –una dimensión siempre desconocida, como el título de aquella famosa serie de ficción, *La dimensión desconocida* (*The Twilight Zone*) de principios de la década de 1960–. Tampoco es fácil para los adolescentes, dado que cada día se levantan con un cuerpo y una mente diferentes al día anterior. Bueno, tal vez no todos los días, pero casi. Antes de tener tiempo de acostumbrarse a los cambios previos ya han vuelto a cambiar de nuevo. Cuando entran en la adolescencia son niños dependientes de sus padres. Cuando salen de ella, deben ser adultos capaces de llevar una vida independiente (lo cual no quiere decir que todavía sigan un cierto tiempo, o mucho tiempo, viviendo en casa de los padres). Desde el punto de vista evolutivo es una etapa crucial para la humanidad, con todo el sentido de la palabra. Somos la única especie que tiene una adolescencia tan profunda y extrema. Todos los demás animales, incluidos el resto de primates, pasan casi directamente de ser niños a ser jóvenes (o de ser crías a ser *subadultos*, como se les llama). Es, por lo tanto, una etapa crucial para entender cómo nos acabamos de construir, cómo nuestros alumnos acaban de perfilar qué serán y, sobre todo, cómo serán, cuando sean mayores.

Durante la adolescencia el cerebro continúa generando muchísimas conexiones nuevas. Sigue estableciendo conexiones entre zonas cercanas de la corteza y entre la corteza y las áreas subcorticales, como la amígdala y el hipocampo (ya he hablado de todo ello en las etapas de 0 a 3 años y de 4 a 11 años), pero ahora prioriza muy especialmente el establecimiento de conexiones neurales entre zonas distales del cerebro. Es la época de los grandes aprendizajes, que se extiende también a la juventud. Como explicaba hace un par de capítulos, las conexiones que se priorizan en la etapa de los 4 a los 11 años motivan que esta sea la época con mayor influencia sobre las destrezas académicas, incluido el razonamiento, la memoria, etcétera, pero entendidas como destrezas útiles *per se*, no tanto por los contenidos concretos que aportan. También he explicado que si un aprendizaje ocupa redes neurales extensas se mantiene mejor en la memoria y se puede utilizar con más eficiencia que si se sustenta en redes más restringidas. Por lo tanto, el hecho de que durante la adolescencia se establezcan precisamente conexiones de larga distancia facilita la consecución de los aprendizajes más conceptuales, dando por supuesto que los aprendizajes procedimentales se hayan alcanzado correctamente en la etapa anterior. Es la época de aprender literatura, filosofía, ciencias, historia, etcétera, y también ética y moral. El cerebro adolescente busca situarse en el mundo, encontrar su lugar en la sociedad, encajar de la mejor manera posible, y esta es una de las funciones de la ética, facilitar el encaje social. Por eso los adolescentes exploran los conceptos de justicia, de igualdad y de dignidad.

En la corteza cerebral hay redes neurales especializadas en las valoraciones éticas, que se activan muy especialmente a estas edades. Se activan para favorecer su conectividad, por lo que buscan elementos de reflexión. Nosotros, los educadores, tenemos que ofrecerles estos elementos de reflexión, a través de cualquier actividad –en educación física, en literatura, en física, en biología, etcétera–, para favorecer que se vayan creando conexiones neurales nuevas. Y también debemos suministrarles, muy especialmente, elementos de reflexión en filosofía.

> El cerebro adolescente busca situarse en el mundo, encontrar su lugar en la sociedad, encajar de la mejor manera posible, y esta es una de las funciones de la ética. Por eso hay que ofrecerles elementos de reflexión y facilitar los momentos adecuados para hacerlo.

En todo este proceso, las emociones siguen siendo primordiales. La actividad de las amígdalas continúa marcando la diferencia entre integrar bien cualquier nuevo conocimiento, sea del tipo que sea, o ignorarlo. Como ya he dicho, si un aprendizaje va asociado a componentes emocionales el cerebro lo percibirá como útil y lo retendrá. De lo contrario, a pesar de que quizá lo mantenga suficiente tiempo como para aprobar un examen e incluso para sacar buena nota, lo olvidará o, al menos, no le podrá sacar todo el provecho. Si queremos medirlo en términos de eficiencia de aprendizaje, sin el componente emocional, la relación entre el esfuerzo que ha de dedicar el alumno para alcanzar un conocimiento y mantenerlo en la memoria y el provecho que sacará a largo plazo disminuye drásticamente. Las emociones siguen siendo el elemento multiplicador de la ecuación del aprendizaje.

> Las emociones siguen siendo el elemento multiplicador de la ecuación del aprendizaje.

2

Uno de los muchos cambios que se producen en el cerebro adolescente es, precisamente, la maduración progresiva del control emocional. Estoy convencido de que después de haber leído esta frase, más de un lector habrá esbozado una leve sonrisa irónica. «¡Adolescentes y control emocional! Ese David –o sea yo, quien escribe el libro– no sabe lo que está diciendo. ¡Si los adolescentes son precisamente el paradigma del descontrol emocional!». Efectivamente, durante la adolescencia hay una buena dosis de descontrol emocional, pero ese descontrol es la prueba fehaciente de que están

madurando emocionalmente. Parece un contrasentido, pero no se preocupen, que ahora me explico mejor.

Como ya he dicho, las emociones son patrones de conducta preconsciente que se generan en la amígdala de manera automática ante una situación que se percibe como una posible amenaza, para poder responder de manera rápida. La reflexividad es siempre más lenta, además de ser más costosa desde el punto de vista energético. Cuando la amígdala inicia una respuesta emocional, al tiempo que la inicia envía una señal hacia la corteza del cerebro, concretamente hacia una zona implicada en el control consciente de las emociones. Las conexiones de esta zona, que está incluida en la llamada *corteza prefrontal*, permiten que tomemos consciencia de la respuesta emocional que ya hemos iniciado, y, en consecuencia, que la podamos reconducir, si es necesario. La reconducción de la respuesta emocional es lo que percibimos como control emocional. Si vemos una escena muy dramática de una película quizá no podamos evitar que se nos humedezcan los ojos, pero en cuanto lo detectamos a menudo podemos impedir que esa humedad se convierta en lágrimas que se deslicen por las mejillas. O si estamos conduciendo y otro conductor nos cierra el paso de manera brusca, a menudo no podemos evitar exclamar algún tipo de exabrupto (respuesta emocional de ira, posiblemente combinada con miedo), pero normalmente no continuamos insistiendo y lo dejamos correr en cuanto nos hacemos cargo de la situación. Sin embargo, también sabemos que hay personas a las que les cuesta más detener esta conducta, y continúan un buen rato gritando improperios o tocando innecesariamente el claxon –o incluso llegan a las manos–, una señal inequívoca de que la zona de control emocional no ha madurado de forma equilibrada.

Cuando hablaba de la ventana que está abierta entre los 0 y los 3 años, comentaba que también es crucial para el establecimiento de conexiones en la zona de control emocional. Decía que en los niños que viven en un ambiente de alta conflictividad, esta zona se estructura para favorecer la impulsividad, lo que permite que tengan más posibilidades de sobrevivir en ese ambiente y de integrarse en aquellos condicionantes sociales. Durante la adolescencia, estas conexiones maduran, lo que significa, en pocas palabras, que ensayan

su utilidad, por lo que aquellas que no son útiles puedan ser eliminadas al tiempo que las más eficientes se consolidan y amplían.

3

Este ensayo emocional es lo que percibimos como descontrol emocional. El motivo es muy simple. De modo espontáneo se van activando y desactivando las diferentes redes que forman parte de esta zona, en función de los *inputs* que reciben de las amígdalas. En un momento dado se puede conectar una red que gestiona una emoción de una manera determinada, para ensayar su utilidad, y poco después puede que se conecte otra (o una variante de la primera) que la gestione de modo ligeramente distinto. Imaginemos que la primera red gestiona aquella emoción de manera mucho más eficiente que la segunda. ¿Cómo lo percibimos desde fuera? En el primer caso, nos parece que el adolescente ha respondido como un adulto (o casi como un adulto), y por lo tanto lo valoramos muy positivamente. Sin embargo, poco después percibimos el otro modo de gestionar esa misma emoción como una auténtica «chiquillada» (por decirlo de alguna manera) y la valoramos en consecuencia.

¿Y cómo lo percibe el adolescente? Muy sencillo: en el primer caso, dado que lo hemos valorado positivamente y la aceptación social es lo que el cerebro percibe como máxima utilidad, las mantiene y las refuerza. En el segundo caso, en cambio, percibe a través de nuestra reacción que no son útiles, y tenderá a eliminarlas. Poco a poco, reacción a reacción, año a año –es un proceso lento–, se irán acumulando las conexiones más eficientes, lo que será percibido desde fuera como un signo de su maduración emocional.

4

Este hecho, sin embargo, tiene varias consecuencias. Por un lado, en los párrafos anteriores consideraba al educador como la única fuente de aprobación o de desaprobación de las conductas de control emocional de sus alumnos, pero todos sabemos que no es así. Era una simplificación para no hacer el texto más gravoso de lo que ya puede ser. Los educadores tenemos

cierta influencia sobre nuestros alumnos, pero limitada, porque las fuentes de aceptación o rechazo que ellos perciben son mucho más diversas y plurales –y a menudo contradictorias–: los padres, la sociedad en general y, muy especialmente, sus compañeros, los otros adolescentes. Porque durante la adolescencia las personas buscan, sobre todo, la relación con sus iguales. De manera instintiva buscan cuál debe ser su lugar en la sociedad, pero no solo en la sociedad de aquel momento, sino muy especialmente en la futura, que es la que ellos construirán cuando sean adultos. Deben adaptarse al futuro, un futuro desconocido, pero que, sin duda, pasa por la relación con el resto de compañeros adolescentes (que se harán adultos al mismo ritmo que ellos). Por eso es tan importante velar por la dinámica en el aula (y en la sociedad en general).

Un grupo que se ría de las «animaladas» (disculpen la expresión) que hace un determinado compañero favorece que la gestión emocional que está ensayando y que le lleva a hacer esas acciones se pueda acabar implantando en su cerebro, porque la percepción que tendrá es que resulta bien aceptada por sus iguales. Bueno, de hecho, esto ya lo sabíamos, los pedagogos hace tiempo que nos lo dicen. Como ya he mencionado en otras ocasiones, los estudios sobre el cerebro explican por qué pasa esto a nivel neural, pero del hecho ya teníamos constancia. Lo mismo podríamos decir con respecto a la sociedad en general. Si el grupo social al que pertenece un alumno valora positivamente determinadas actitudes, a pesar de que nosotros consideremos que no son las más correctas, tendrá muchos números de que sean aquellas las que acaben predominando en su conducta adulta, por la valoración positiva que hayan hecho las otras personas.

Hay todavía otra consecuencia importante de este proceso de maduración de la gestión emocional por ensayo y error: nos da una oportunidad de reconducir, hasta cierto punto, algunas conductas que pueden ser desadaptativas –solo hasta cierto punto, ya que la arquitectura básica del cerebro ya está creada–. Y esto se puede realizar a través de la reflexión, pero, sobre todo, de las emociones y la sensación de aceptación social –o de desaprobación social– que les transmitimos.

5

La maduración del control emocional conlleva todavía otro efecto que seguro que todos tenemos bien presente: el deseo de los adolescentes de romper los límites establecidos, de «saltarse las normas», para entendernos. De manera instintiva buscan romper límites, explorar hasta qué punto pueden «jugar» con la sociedad donde viven. Es la manera de encontrar su lugar, de ver cómo pueden encajar, forzando las situaciones hasta el límite –y para conocer el límite a veces hay que sobrepasarlo–. Este deseo de romper límites puede tomar formas muy diversas, desde las más leves, como, por ejemplo, estar sistemáticamente en desacuerdo con los adultos y discutir por todo, a pesar de que al final acaben aceptando lo que se les dice; hasta formas mucho más extremas, que incluso pueden poner en peligro su seguridad. Quiero hacer una aclaración antes de continuar. Cuando digo, y lo he dicho varias veces, que algo sucede o se desencadena de manera instintiva, lo que quiero decir es que tiene un componente biológico, y, por lo tanto, que la propia biología del cerebro nos empuja a su consecución. Y no podemos evitar que nos empuje. Eso no quiere decir que la manera concreta de romper los límites, como en el caso que estoy comentando, sea biológica. Los límites que ponemos a nuestros hijos son culturales y cada cultura tiene sus propios límites, por lo que el modo de romperlos es también cultural.

> La maduración del control emocional conlleva el deseo de los adolescentes de romper los límites establecidos y de saltarse las normas.

Los adolescentes buscan romper límites. ¿Qué implica esto, que debemos ponerles límites o que no se los debemos poner? ¿Cuál es nuestro papel como educadores (y también como padres y miembros de la sociedad) en este asunto? El cerebro adolescente busca instintivamente romper límites, por lo que, si queremos que madure de manera tan equilibrada como sea posible, debe encontrar límites para poder romperlos. Y nosotros tenemos que saber que los querrán romper, con mayor o menor intensidad, según el carácter de

cada uno y la educación que hayan recibido hasta entonces (educación entendida en sentido amplio, es decir, en el centro educativo, en la familia, en la sociedad). Tenemos que poner límites. Si un cerebro adolescente no encuentra ningún límite, no madura tan equilibradamente. Y si el límite que encuentra es tan restrictivo y estricto que no puede romperlo de ningún modo, tampoco madurará de manera suficientemente equilibrada. Se necesitan límites y es sano para su construcción como personas que los quieran romper –y que rompan algunos.

El tema de los límites no es sencillo, porque cada persona, cada adolescente, necesita sus propios límites, aquellos que hagan que se enfrente a la posibilidad y la necesidad de romperlos. Y cada persona, cada adolescente, en función de las experiencias que ha vivido, del ambiente que ha encontrado durante su infancia, lo valorará de modo distinto. La cuestión de los límites es, en este sentido, muy subjetiva. También la biología intrínseca de cada uno hace que haya personas más osadas o más prudentes que otras, lo que también influirá en el deseo de romper límites, e incluso sobre la percepción misma de los límites, demasiado cercanos o demasiado lejanos. Sea como fuere, debemos saber que los querrán romper, y debemos tener pensado cómo responderemos. Si hablar de los límites es complejo, reflexionar sobre las respuestas aún lo es más, porque no hay una única pauta de actuación. Un adolescente tímido y retraído puede necesitar que le valoremos bien haber roto un límite. Y un adolescente demasiado irrespetuoso, justo lo contrario, por mencionar un par de ejemplos contrapuestos.

6

Según como se mire, las emociones vienen a ser como una especie de «energía» que nos mantiene vivos. Cuando una persona deja de emocionarse por los sucesos de su entorno, tanto por los hechos cotidianos como por los extraordinarios, lo notamos rápidamente en su mirada, más triste, más difusa, menos atenta a todo lo que le rodea. Decimos que tiene la mirada «muerta». No es que las emociones sean ninguna fuente de energía. Pero esas

emociones, y también el hecho de ser conscientes de ellas, nos energizan, en el sentido de que nos transmiten ganas de vivir, de avanzar, de aprender y de superarnos. Son una de las principales fuentes de motivación (en otro capítulo hablaré de la motivación). Sin emoción nos encontramos apagados, deprimidos. Y esta emoción se puede apagar por muchos motivos en cualquier persona, también en los niños y los adolescentes. Uno de los factores más importantes es el estrés, al que dedicaré todo un capítulo entero en breve. Ya lo mencioné cuando hablaba de los motivos que pueden llevar a un niño a aprender a aburrirse. Es el llamado apagón emocional, que puede tener consecuencias muy graves durante la adolescencia. No siempre es así, pero vale la pena estar alerta ante los primeros síntomas, para corregir la situación.

Los primeros síntomas suelen ser una cierta apatía y una capacidad de atención baja, difuminada y dispersa. Es aquella frase tan típica de algunos adolescentes de «paso de todo», «no me importa nada»... No siempre decirlo es sentirlo, y menos cuando son unas frases tan hechas y estereotipadas, pero para evitar el apagón emocional es necesario que los padres y los profesionales de la educación estemos al acecho. La relación emoción-cognición es indisoluble. Por eso es tan importante evitar el apagón emocional.

La adolescencia, sin embargo, no se limita a la maduración de la gestión emocional y al deseo casi irrefrenable de romper límites. Es mucho más rica y compleja. Seguiremos hablando de ello en el próximo capítulo.

10. ¿Por qué la adolescencia es la edad más tentadora para iniciarse en el consumo de drogas? Y ¿qué debemos hacer para que estén atentos a nuestras explicaciones?

Otros aspectos característicos de la adolescencia relacionados también con la construcción de redes neurales son el descubrimiento de la sexualidad y lo que se denomina *búsqueda de novedades*. También maduran las áreas atencionales, que permiten dirigir la atención de manera consciente hacia un foco de interés determinado, las áreas de lógica y raciocinio y lo que se denominan áreas motivacionales de premio y recompensa. Vamos a hablar un poco de todos estos aspectos.

1

La sexualidad humana es muy diversa. Hormonas en danza y cambios físicos en las redes neurales llevan a los adolescentes a interesarse por sus compañeros también desde el punto de vista sexual. Sin embargo, a diferencia de muchos otros animales, en las personas, la sexualidad ha dejado de ser un simple sistema de reproducción que genera variabilidad genética (es decir, que hace que los hijos se parezcan pero no sean nunca iguales a sus padres, ni que tampoco los hermanos sean exactamente iguales entre sí), para convertirse en un poderoso generador de vínculos sociales. Como he mencionado en el capítulo anterior, durante la adolescencia las personas buscan encajar en la sociedad y con sus compañeros, lo que, combinado con la progresiva maduración de los centros de control emocional –que pasa por episodios de descontrol emocional–, con el despertar hormonal asociado a la

sexualidad y con el papel que la sexualidad tiene para establecer vínculos sociales, genera un cóctel explosivo pero muy rico y lleno de matices. No me quiero entretener demasiado en este tema, pero sí quiero plantear una reflexión en torno a la sexualidad humana, que los adolescentes, instintivamente, quieren descubrir. Dada la implicación social que tiene, hay que distinguir tres aspectos diferentes en las personas. Uno es el sexo biológico, que viene dado exclusivamente por nuestros genes. Tener órganos sexuales masculinos o femeninos depende únicamente de nuestros genes. Un segundo aspecto es la identidad de género, el hecho de sentirse hombre o mujer. Generalmente coincide con el sexo biológico, pero no siempre. La identidad de género depende de determinados circuitos neurales, en parte de origen biológico y en parte acabados de generar por aprendizaje. Finalmente, el tercer aspecto es la atracción sexual, que puede ir dirigida hacia personas del otro sexo, hacia personas del mismo sexo o hacia ambos sexos en proporción variable; o incluso puede no sentirse atracción sexual por nadie, porque la falta de deseo sexual se considera también un tipo de orientación sexual. La atracción sexual también depende de determinados circuitos neurales, en parte de origen biológico y en parte generados por aprendizaje.

Los adolescentes tienen que descubrir su encaje particular respecto a estos tres factores, lo cual a algunos les genera inquietud. La principal fuente de inquietud, sin embargo, es social, cuando desde su alrededor se transmiten mensajes, a menudo de manera inconsciente, de que determinados encajes son más «naturales» que otros. Desde la perspectiva de la construcción del cerebro, todos los encajes posibles son absolutamente naturales, dado que se producen de manera natural. Esto no quita que algunos sean más frecuentes que otros (el hecho de que coincidan los tres aspectos es más frecuente que cualquier otra combinación), pero cualquier combinación es exactamente igual de natural. Lo importante de todo ello es que, durante los ensayos de conocimiento de la sexualidad que realizan los adolescentes, se van estableciendo y restableciendo numerosas conexiones, con una participación muy importante de los centros emocionales. Vivir este proceso con miedo o rechazo, o, alternativamente, con apoyo, genera, como en cualquier otro aprendizaje, asociaciones neurales que influirán en esa persona durante toda

su vida, de manera muy diferente según sea la asociación predominante. Desde esta perspectiva, la función del educador está clara –y ya sé que todos los lectores la conocen sobradamente, pero no puedo evitar decirlo–: acompañar a los alumnos velando para que el ambiente en el aula sea siempre de respeto, a través de la acción tutorial.

2

Otro aspecto que repunta durante la adolescencia es la llamada búsqueda de novedades. Hablé de ello en la etapa de 0 a 3 años, y ahora toca volver a hacerlo. Los adolescentes buscan también con mucha intensidad novedades. La búsqueda de novedades se define como un rasgo de la personalidad que se asocia con la exploración del entorno, tanto físico como intelectual, y se desencadena como respuesta a una situación o a un estímulo nuevo. Durante mucho tiempo se pensó que la búsqueda de novedades tenía relación con la impulsividad y la hiperactividad. Ciertamente tiene una cierta relación –en el cerebro todos los comportamientos están relacionados entre sí de una manera u otra–, pero a nivel de los neurotransmisores implicados –recuerden que los neurotransmisores son las sustancias que permiten que las neuronas se comuniquen entre ellas–, básicamente a través de un neurotransmisor llamado *dopamina*, y también a través de las áreas del cerebro que están activas durante este proceso, la búsqueda de novedades se relaciona especialmente con la creatividad y con el deseo instintivo tan típico de los adolescentes de romper los límites establecidos (del que he hablado en el capítulo anterior). Recordemos que el cerebro adolescente está preparado para hacer grandes aprendizajes y, en consecuencia, activa muy especialmente este mecanismo de búsqueda de novedades –que le conmina a aprender cosas nuevas–. Por un lado, desde la perspectiva educativa podemos sacar buen provecho de ello. Si logramos generar a su alrededor situaciones y estímulos nuevos, este mecanismo puede convertirse en un poderoso aliado. Debemos estar muy alerta, por lo tanto, a los contextos con los que circundamos los conceptos que han de aprender, porque a través de estos

contextos podemos proporcionarles situaciones nuevas. Dicho de otro modo, el aprendizaje en contexto facilita el proceso.

> Los adolescentes buscan novedades. La búsqueda de novedades es un rasgo de la personalidad que se asocia con la exploración del entorno, tanto físico como intelectual, y se desencadena como respuesta a una situación o a un estímulo nuevo.

En este sentido, por poner un ejemplo que conozco muy bien, hace unos años en las Pruebas de Acceso a la Universidad (la «selectividad», para entendernos) en Cataluña, se ensayó la utilización de contextos reales en las preguntas del examen de biología. En vez de preguntar, por ejemplo, «Las mitocondrias: estructura y función» (como se había hecho tradicionalmente y como todavía se hace en muchos distritos universitarios), se planteaba una situación real extraída de la literatura científica o de noticias de periódicos y revistas sobre las mitocondrias –que son los orgánulos celulares que permiten obtener el máximo de energía metabólica–, con el objetivo de que los examinandos lo interpretaran en función de sus conocimientos. Esto es lo que ocurre en la vida real: tenemos que interpretar el mundo en el que nos encontramos, no ir haciendo definiciones de todo y para todo. Y el contexto siempre aporta novedades. Pues bien, la aceptación tanto por parte del profesorado de Bachillerato como de los alumnos fue extraordinariamente buena, y el número de estudiantes que eligen cursar biología en Bachillerato se ha incrementado espectacularmente, a pesar de que posteriormente muchos no elijan ningún estudio universitario relacionado con las biociencias. El contexto motiva y la motivación, como veremos más adelante, hacia el final del libro, es crucial en los procesos de aprendizaje. Por cierto, ¿saben por qué he dicho que es un caso que conozco bien? Pues porque durante nueve años fui el coordinador de esta materia, hasta septiembre del 2016, y fui el responsable, junto con un fantástico equipo de subcoordinadores, de poner la prueba de biología de la selectividad. La idea de plantear las preguntas en

contexto, sin embargo, no fue mía: la heredé del equipo anterior, también fantástico.

El aprendizaje basado en preguntas y problemas produce el mismo efecto. Si logramos generar preguntas que sean significativas para los alumnos o si hacemos que tengan que enfrentarse a problemas de la vida real, esta misma significatividad les impulsará sin que se den cuenta a buscar respuestas, a buscar las novedades que se esconden detrás de ellas. Nada que la pedagogía moderna no destaque, como es la importancia y la enorme utilidad –yo me atrevería a decir necesidad– de las metodologías basadas en contextos, en preguntas y en problemas. Por ejemplo, ¿por qué no explicamos conceptos de química o de física a través de la comida y la cocina, de cómo se procesan y se cuecen los alimentos? Seguro que hacer unas buenas galletas y comerlas durante la clase puede estimularles a entender por qué la harina se ha convertido en un alimento tan delicioso. Es necesario, eso sí, que sea significativo para ellos y que contemple aspectos emocionales. Y si tenemos alumnos que desgraciadamente están en proceso de apagado emocional nos costará mucho más lograrlo.

3

El deseo de búsqueda de novedades, sin embargo, también tiene una vertiente oscura. Dado que en condiciones normales es instintivo, si no pueden satisfacer esta necesidad a través de su entorno, buscan novedades en otros lugares. Y uno de los elementos que les proporciona novedades son las drogas, y más si estas son habituales en su entorno –como desgraciadamente suele ser el caso–. Por eso la edad típica para iniciarse en el consumo de sustancias tóxicas, todas ellas extremadamente perjudiciales para la construcción y el funcionamiento del cerebro, es la adolescencia. No es el único motivo, pero es importante tenerlo en cuenta. Según los resultados de la encuesta estatal sobre el uso de drogas en adolescentes de 14 a 18 años publicada en 2014, en España aproximadamente el 30 % han consumido drogas durante los últimos treinta días, un porcentaje que sube casi hasta el 80 % si se considera haber consumido al menos una vez en la vida.

Las drogas, cualquier droga, incluidas las socialmente aceptadas e incluso en ocasiones bien valoradas por determinados colectivos, como podría ser el caso del alcohol, el tabaco y la marihuana, activan rápidamente una serie de neurotransmisores en el cerebro que son los responsables de sus efectos sobre la conducta, las sensaciones, la memoria y el estado de ánimo. Cada droga activa unos u otros en proporción variable, una diversidad de respuestas que también dependen de la genética concreta de cada uno y de la configuración específica de las redes neurales del cerebro. Por eso cada droga tiene unos efectos propios, que también dependen de cada persona, y también por eso hay personas que muestran una mayor predisposición que otras a volverse adictas o a sufrir sus efectos. No solo la genética es importante en estas diferencias; también lo es, y mucho, la educación y las experiencias previas, que modelan las conexiones concretas de las redes neurales del cerebro y aportan individualidad a cada persona. Sin embargo, ¿saben cuál es el principal neurotransmisor que se activa durante el consumo de estas sustancias tóxicas? Ya lo he dicho antes, la dopamina, el mismo que está implicado en el deseo de búsqueda de novedades. La dopamina también está implicada en diversas funciones cerebrales, como por ejemplo en los procesos de motivación y placer, y también en los sentimientos de recompensa. Ahí reside, en buena parte, el gran poder de adicción de las drogas. A través de la dopamina hacen que los consumidores se sientan, de algún modo, «recompensados».

Un apunte final sobre la marihuana. He oído decir en numerosas ocasiones que no hace daño porque es «más natural», pero en realidad afecta a la memoria y al estado de ánimo ya desde las primeras veces que se consume, y es responsable de provocar alteraciones del comportamiento que pueden llegar a ser graves y crónicas, como la psicosis.

4

La búsqueda de novedades, tanto física como intelectual, así como la creatividad y el sentimiento de haber roto los límites establecidos, genera, dentro del cerebro, reacciones neurales de recompensa. Tras haber realizado

cualquiera de estas cosas, incluso cuando ha habido riesgos asociados –y en algunas personas, aún más si ha habido riesgos asociados–, el sentimiento de placer y de recompensa es innegable. Como en las adiciones. En cierto modo, las adicciones proporcionan esa ruptura y esa búsqueda de novedades en la bioquímica del cerebro, que de forma instintiva es lo que buscan, en mayor o menor grado, los adolescentes. Dicho de otro modo, uno de los mecanismos familiares, sociales y educativos de contribuir a evitar que nuestros adolescentes se sientan atraídos por las sustancias estupefacientes es, precisamente, potenciando el ejercicio de su creatividad, favoreciendo y canalizando su deseo de búsqueda de novedades (no restringiéndolo) y estableciendo unos límites sabiendo que intentarán romperlos (tan pernicioso es que no tengan límites como que tengan demasiados o seamos demasiado estrictos y no los puedan romper). Y, en paralelo a todo ello, haciendo que se sientan siempre familiar y socialmente aceptados y apoyados, para mantener un buen nivel de sentimiento de placer y de recompensa de tipo social. Novedades deportivas, intelectuales, sociales, culturales... la búsqueda de novedades que les motiven y animen puede ser un buen antídoto contra las drogas –y contra el apagón emocional–, aparte de ser una excelente estrategia pedagógica de aprendizaje.

5

También durante la adolescencia va madurando la zona de la corteza prefrontal del cerebro implicada en el razonamiento, la lógica y la atención. Hablar del razonamiento y la lógica es relativamente simple, al menos en el contexto de este libro. Para madurar es necesario que vayan ensayando conexiones neurales, y el modo de hacerlo es a través de la práctica. Una de las diversas maneras que la pedagogía ya propone desde hace tiempo es generar grupos de discusión en que los alumnos puedan ejercitar su capacidad de razonar y argumentar y de utilizar la lógica. Es una buena manera, ya que combina estos procesos mentales con su deseo de socialización, especialmente –pero no únicamente– con los iguales, los otros adolescentes. Siempre es una fuente de motivación estar con los compañeros e intercambiar

opiniones y puntos de vista, y también es la fuente de una emoción tan positiva como el placer. No tengo nada más que añadir a este respecto.

En cuanto a la atención, creo que hacen falta unas cuantas explicaciones, puesto que no siempre es fácil mantener la atención de nuestros alumnos (qué les voy a contar, ¿verdad?). La atención, o, mejor dicho, la capacidad de focalizar y mantener la atención, se origina con la actividad de una zona concreta del cerebro llamada *tálamo*. Forma parte también de los denominados núcleos basales, como la ahora ya famosa amígdala y el hipocampo. De manera resumida, cuando los órganos de los sentidos captan cualquier entrada sensorial, envían un impulso nervioso hacia el cerebro. Dentro del cerebro hay áreas especializadas en interpretar estos estímulos. Por poner un ejemplo concreto, imaginemos el sentido de la vista. Captamos las imágenes con los ojos y los nervios ópticos envían la información a la llamada *corteza visual*, que se encuentra en la parte posterior del cerebro. Hace unos años tuve la oportunidad de hacer un viaje por Australia con mi familia y realizar un viejo sueño. Durante unos días, alquilamos un coche en el sur de la isla y la cruzamos hasta el norte, siguiendo una carretera que cruza, básicamente, zonas áridas semidesérticas. El paisaje es absolutamente fascinante, pero la carretera es muy monótona. Docenas de kilómetros en línea recta, sin ninguna curva ni desnivel, para completar los más de tres mil kilómetros de ruta que nos habíamos propuesto hacer. Honestamente es difícil mantener la atención en la conducción en esas condiciones. Tras un rato, la atención inevitablemente decae, básicamente porque no hay ninguna novedad que la estimule. Fíjense en la palabra, *novedad*. De vez en cuando hay señales que advierten de la posible presencia de canguros en la carretera, que pueden causar accidentes (aparte de ser especies protegidas). Cada vez que se ve una de esas señales, la atención vuelve de golpe, pero solo un rato. Y al final, después de unas cuantas señales seguidas, ya ni siquiera se es consciente de las señales que se ven, porque siempre son iguales y ya no representan ninguna novedad.

Entonces, de repente, una señal nueva: «Atención, puede haber emús (una especie de avestruz australiano) en la carretera». Con esta novedad retomamos la atención de golpe, durante un buen rato. Hasta que vuelve a

decaer. Llega un momento en que, debido a la falta de novedades en la carretera y en las señales, la atención decae definitivamente. Pero los australianos son muy ingeniosos y, de repente, te encuentras una señal que advierte ¡de la posible presencia de unicornios! Por un segundo, a pesar de ser biólogo, me encontré pensando en lo afortunados que seríamos si viéramos un fantástico unicornio, hasta que me di cuenta, con cierta vergüenza, de que evidentemente los unicornios no existen. Es simplemente una estrategia para retornar la atención a los conductores, y les puedo asegurar que es muy efectiva. En otros lugares de la isla encontramos diferentes formas de llamar la atención de los conductores, pero todas con un denominador común: estimular la sorpresa. Es lo que he intentado hacer de manera práctica con el Interludio que han encontrado unos capítulos atrás, en la mitad del libro.

6

Volvamos al cerebro. El tálamo, la zona que genera la atención, se activa ante cualquier situación inesperada. Su función biológica es obvia: si nos encontramos ante una situación inesperada, hay que estar alerta por si pudiera ser peligrosa, o bien por si pudiéramos sacar tajada de ella. Cuando el cerebro recibe entradas sensoriales repetitivas, el tálamo deja de activarse porque ya sabemos de qué van, y a menudo ni siquiera somos conscientes de lo que vemos. En cambio, se activa cuando la entrada sensorial es inesperada, cuando nos genera sorpresa. Entonces el tálamo activa al hipocampo, el centro gestor de la memoria, y a la amígdala, el centro generador de las emociones, para interpretar correctamente el alcance de la novedad y responder con rapidez, si fuera necesario. ¿Y no son precisamente la amígdala y el hipocampo los que debemos tener activados durante cualquier aprendizaje? Para mantener la atención de los alumnos debemos generar sorpresas y novedades en el aula. Si les estamos explicando, por ejemplo, la normativa de acentuación, ¿por qué no la podemos poner en práctica con un chiste? O contarles cualquier anécdota de ciencias, o de historia, o de lo que

sea, siempre que les sorprenda por su novedad y tenga cierta relación con lo que estamos trabajando.

> Para mantener la atención debemos trabajar la capacidad de sorpresa.

Inicialmente, especialmente en los niños, la capacidad de mantener la atención en el aula la tenemos que estimular nosotros. Por eso en Primaria, por ejemplo, hay que cambiar con frecuencia de actividad. Después, poco a poco, tienen que aprender a gestionar ellos solos la atención, pero es una capacidad que también va madurando progresivamente, por lo que no está de más que vayamos sorprendiendo también de vez en cuando a los adolescentes –de hecho, es necesario hacerlo–. Cuando llegan a la universidad, el hecho de que sean mayores, es decir, cerebralmente más maduros, combinado con la circunstancia de que normalmente estudian lo que les gusta y han elegido, es suficiente para que puedan mantener la atención durante ratos muy largos. Pero, aun así, los profesores que introducimos elementos de sorpresa en nuestras explicaciones disfrutamos de mejor reputación entre los alumnos, no porque expliquemos mejor lo que nos toca, sino porque los ayudamos a mantener la atención. El truco de la atención está en la capacidad de sorpresa.

7

Finalmente, durante la adolescencia también empieza a madurar lo que se denomina área motivacional de premio y recompensa. En resumen, es la capacidad de retrasar una recompensa por algo que se ha hecho. En los niños, la recompensa por un trabajo bien hecho ha de ser inmediata si queremos que sea efectiva, porque literalmente no pueden esperar al día siguiente. Para su cerebro, *mañana* equivale al infinito. Obviamente sí saben qué significa *mañana*, pero no pueden esperar a tener la recompensa mañana por algo que han hecho hoy. Esta capacidad, que es imprescindible para planificar el futuro y poder adaptar nuestro comportamiento actual al objetivo que nos marcamos (es una capacidad que se incluye dentro del denominado *control*

ejecutivo del cerebro), comienza a madurar durante la adolescencia, y va madurando poco a poco, muy lentamente. ¿Saben cuándo finaliza su maduración? De promedio, ¡hacia los 34 años de edad! Por eso los jóvenes quieren más inmediatez que los adultos que ya han superado esa edad. Aún no he terminado de hablar de esta capacidad, pero lo dejo para el próximo capítulo. Tanto si el lector tiene más de 34 años como si todavía no ha alcanzado esa edad, espero que pueda «esperar» un par de páginas para obtener la recompensa...

11. ¿Hay períodos críticos en la maduración del cerebro que no permitan volver atrás o es un camino reversible? ¿Por qué podemos aprender idiomas después de los 4 años?

He estado hablando de las principales ventanas que nos ofrece el desarrollo del cerebro, y de qué tipo de conexiones neurales se priorizan en cada caso, unas diferencias que repercuten claramente en los aprendizajes, en el proceso educativo. Hay, sin embargo, varios aspectos que no hemos abordado y que son importantes. Por ejemplo, ¿qué sucede si se supera una de estas etapas sin haber alcanzado suficientemente bien una capacidad que le es específica? ¿Se puede «volver atrás»? Veremos varios casos, como, por ejemplo, el aprendizaje de segundas y terceras lenguas. ¿Qué pasa, por cierto, en el cerebro de las personas bilingües? ¿Es igual que el de las monolingües? Y, ya puestos, ¿estas etapas están perfectamente definidas y se producen igual en todas las personas o cada cerebro madura a un ritmo ligeramente diferente? ¿Qué implicaciones tiene todo ello en los aprendizajes? Empezamos, pues, esta especie de cajón de sastre, y lo haremos en orden inverso al de las preguntas que he formulado retóricamente en este párrafo.

1

He finalizado el capítulo anterior hablando de la capacidad de retrasar recompensas, y he dicho que va madurando progresivamente desde la adolescencia hasta los 34 años de media. Sin embargo, todas ellas son edades aproximadas que se obtienen comparando un número elevado de personas. Cada individuo madura a un ritmo ligeramente diferente. Del mismo modo

que cada chico empieza a tener pelos en la barba a una edad ligeramente diferente una vez llegada la adolescencia, el cerebro también presenta diferencias en cuanto a la maduración de sus capacidades entre una persona y otra. En el caso que nos ocupa, la maduración de las áreas motivacionales de premio y recompensa, estas diferencias se notan mucho durante el Bachillerato.

Como probablemente ya sepan, en el momento de escribir este libro (otoño del 2016), en España, la nota de acceso a la universidad se calcula haciendo la media ponderada entre la nota de las Pruebas de Acceso a la Universidad y la media de Bachillerato. La primera cuenta un 40 % del total y la segunda el 60 %. A esta nota, además, se le puede sumar la de dos pruebas opcionales (se denominan *pruebas específicas*), también ponderadas, pero en este caso en función de los estudios que el alumno quiera cursar en la universidad. Es un sistema que conozco bastante bien porque durante nueve años, hasta septiembre del 2016, fui el responsable de la materia de biología en las Pruebas de Acceso a la Universidad de Cataluña (me parece que esto ya os lo había dicho, no hace demasiado), y durante cuatro años también fui el coordinador del área de ciencias de esta misma comunidad (que incluye Ciencias de la Tierra y Medioambientales, Física y Química, además de Biología). Este sistema implica que las notas que los alumnos obtienen en el primer trimestre del primer curso de Bachillerato ya cuentan para la nota final (una vez calculadas todas estas medias), y en algunos casos pueden ser muy importantes para elegir estudios universitarios, en función de las notas de acceso que se establezcan. Cuando los alumnos empiezan el primer curso, todos los tutores de Bachillerato les avisan de este hecho, para que estén alerta y se conciencien desde el primer momento. Todos los alumnos lo entienden perfectamente bien desde el punto de vista racional, sin embargo, hay muchos que no lo aplican y, cuando llega el momento, la «tentación» de salir más de la cuenta con los amigos –básicamente emocional, dada la importancia que la sociabilización tiene en estas edades– supera la racionalidad de estudiar un poco más para obtener mejor nota. Otros, en cambio, se dedican de lleno al estudio desde el primer día. También los hay que se dan cuenta de este hecho cuando empiezan segundo de Bachillerato, y

otros no son conscientes de ello hasta que comienza el último trimestre de esta etapa educativa, cuando ya no pueden hacer nada con las notas anteriores. Sin embargo, todos ellos lo entendieron racionalmente cuando se lo explicó su tutor.

Hay muchos motivos que pueden explicar estas diferencias entre unos alumnos y otros, y uno de ellos es precisamente la diferencia de maduración de estas redes neurales motivacionales de premio y recompensa. Hay alumnos que ya al inicio de primero de Bachillerato pueden retrasar la recompensa durante dos años y, por tanto, sacrifican más o menos a gusto ratos de estar con los amigos para estudiar más. Otros, en cambio, son incapaces de ello, porque madurarán un poco más tarde. Debemos tener presente que, para un alumno de dieciséis años, esperar dos años equivale a ¡una octava parte de su vida! Es mucho tiempo, muchísimo. Lo que pasa es que nosotros lo miramos con ojos –y con cerebro– de adulto, por lo que dos años representan una fracción mucho más pequeña de nuestra vida, y además nuestra capacidad de retrasar recompensas ha madurado mucho más que la suya –aunque aún no tengamos 34 años, que no es en absoluto mi caso–. Generalizando, cada cerebro madura a su ritmo, en todas las etapas que hemos discutido y con respecto a todas las capacidades mentales y funciones psíquicas.

> Cada persona sigue su propio ritmo de maduración de las diversas redes neurales implicadas en las diferentes habilidades cognitivas.

2

Otro tema interesante es el del aprendizaje de varias lenguas, y el de las implicaciones cerebrales de ser bilingües o monolingües. Hace unos años, concretamente en 1995, estuve trabajando en la Universidad de Oxford como investigador en un grupo que analizaba diversos aspectos del desarrollo del cerebro en unos ratones mutantes. Oxford es una ciudad muy activa académicamente y con una vida cultural muy rica. Un grupo de

investigadores extranjeros que estaban trabajando allí y que habían ido con sus familias estaba preocupado por sus hijos pequeños por el hecho de que en la escuela se hablaba en inglés y, en cambio, en casa se hablaba otra lengua. Sabían que yo era trilingüe, con el catalán como lengua materna, el castellano aprendido también de muy pequeño, antes de los tres años, por interacción social y en la escuela, y el inglés aprendido mucho más tarde, de adolescente. Un día me invitaron a una de sus reuniones y me hicieron una pregunta muy directa: «¿Qué problemas tienes por ser bilingüe desde pequeño?», me asaltaron. Yo les contesté que me parecía que no tenía ninguno, pero en aquella época no se disponía de ningún dato científico que lo corroborara. Ahora tenemos muchos.

Básicamente, las personas bilingües (o que saben más de dos lenguas) aumentan lo que se denomina *reserva cognitiva*, es decir, el número de redes neurales activas en el cerebro. Además, tienen más desarrollada la zona de toma de decisiones, dado que, aunque no se den cuenta, su cerebro necesita estar constantemente evaluando en qué lengua les están hablando y en cuál deben contestar, lo que implica que tienen que estar tomando decisiones constantemente en este sentido. Esto hace que los bilingües tarden unas centésimas de segundo más en contestar a una pregunta directa, porque han de decidir en qué idioma hacerlo; no obstante, los razonamientos que pueden hacer son más amplios y complejos. Ser bilingüe o trilingüe es, a nivel de las capacidades cognitivas, una ventaja. Esto no significa que en la escuela tengamos que dividir las asignaturas en dos, tres o cuatro partes (una para cada idioma que queramos que aprendan). Cada idioma tiene su lugar en la educación y en la vida, y hay que favorecer aquel que, por el contexto lingüístico y social de cada lugar, como por ejemplo atendiendo al idioma más utilizado en los medios de comunicación, se encuentre en desventaja, para que al final se asimilen todos ellos de manera equilibrada. Y hay que distinguir, porque el cerebro también lo hace, entre lenguas maternas, lenguas de interés social y otras lenguas de interés académico. Solo como curiosidad, cuando utilizamos la lengua materna tenemos más activas las zonas emocionales del cerebro y cuando utilizamos otras lenguas se activan más las

zonas racionales. Todas están activas siempre, pero en proporción variable según las circunstancias.

3

Hablemos ahora de las terceras lenguas. ¿Se pueden aprender a cualquier edad? Porque, de manera natural, la ventana para aprender a hablar espontáneamente la tenemos abierta hasta los cuatro o cinco años, que es la etapa en que los niños aprenden a hablar sin que nadie se lo enseñe, únicamente por contagio, ensayo e imitación. La respuesta es clara: se puede aprender a hablar cualquier idioma a cualquier edad, pero la manera de hacerlo, la pedagogía que cabe utilizar, depende de cada ventana de maduración del cerebro. Antes de los cuatro años las lenguas se aprenden por contagio e imitación, como la lengua materna. Se pueden aprender varias sin problemas. Si durante este periodo aprenden dos o más idiomas simultáneamente, tal vez tardarán un poco más en lanzarse a hablar, pero eso no quiere decir que su cerebro las confunda. Cuando empiecen a hablar, pocas semanas más tarde de lo que harían con una sola lengua, las hablarán todas sin problemas. De hecho, es la edad en que los circuitos neurales que controlan la lengua y las cuerdas vocales maduran, por lo que es el momento idóneo para aprender los diferentes sonidos y entonaciones de los diversos idiomas, aunque no entiendan lo que dicen. Es la edad de cantar en inglés, en francés, en alemán, en el idioma que queramos. Pero atención, hay que hacerlo con personas nativas o que pronuncien ese idioma de la misma manera que las nativas. En caso contrario no aprenderán la pronunciación correcta.

> Las estrategias de aprendizaje deben ser diferentes en función del estadio de desarrollo de cada cerebro con respecto a lo que han de aprender, para aprovechar al máximo la conectividad de cada momento.

Entre los 4 y los 11 años, esta ventana natural para aprender idiomas se

cierra un poco, pero, en cambio, se abre la de aprender destrezas académicas. Se pueden aprender nuevos idiomas, claro que sí, pero las técnicas pedagógicas deben ser diferentes. Además, las zonas del cerebro que gestionarán el nuevo idioma también serán ligeramente diferentes. Por ello es necesario que las estrategias de aprendizaje sean también diferentes. Ya no podemos confiar en el contagio, porque no funcionará, sino en los idiomas como destreza. Finalmente, en la adolescencia, la etapa de los grandes aprendizajes, la pedagogía que utilizamos para aprender idiomas debe estar también adaptada. No puede ser la misma que entre los 0 y los 3 años o entre los 4 y los 11. No me atrevo a decir cuál es la mejor manera de hacerlo en cada etapa, porque no soy especialista en esta materia y cualquier explicación que hiciese podría contener errores (y ya saben con qué facilidad se pueden implantar los errores en el cerebro y cómo cuesta después eliminarlos, si es que alguna vez los podemos llegar a eliminar del todo). Pero sin duda alguna, se necesitan aproximaciones pedagógicas y metodológicas diferentes.

4

Terminaremos este capítulo especialmente breve con la pregunta que de hecho le da título. ¿La maduración del cerebro es un camino de doble sentido y por lo tanto es reversible? Me parece que, con todo lo explicado hasta ahora, la respuesta es bastante obvia, pero la explicitaré de manera clara y contundente: no, la maduración del cerebro no es un camino de doble sentido. Cada etapa tiene unas características determinadas y no se puede volver atrás. La primera vez que dije esto en una conferencia, uno de los asistentes me dijo que era una visión muy desesperanzadora de la educación, por lo que vale la pena matizarla. Permítanme una enésima comparación. Si vamos conduciendo por una carretera y nos damos cuenta de que nos hemos equivocado de sentido, podemos detener nuestro vehículo en algún lugar espacioso y con suficiente visibilidad para dar media vuelta y regresar por el camino transitado, recorrer exactamente el mismo trazado, pero en sentido contrario. Esto el cerebro no nos lo permite hacer; no podemos volver atrás, solo ir hacia adelante. Ahora bien, otra alternativa, continuando con el símil

propuesto, sería seguir adelante con nuestro vehículo y buscar un desvío que nos permita recuperar el buen camino por otras rutas, otros trazados. Es lo que hacemos cuando nos saltamos una salida en una autovía y no podemos dar media vuelta. La plasticidad del cerebro, la capacidad que tiene de crear conexiones nuevas, nos permite reconducir aprendizajes de manera similar. No deshaciendo lo que habíamos aprendido, sino buscando y potenciando rutas alternativas.

Un caso que puede servir de ejemplo es el del gran trabajo que realizan los psicólogos para reconducir conductas desadaptativas, en el sentido de que no encajan armónicamente en la sociedad. En estos casos, su tarea no es deshacer las conexiones que llevan a esa persona a realizar una conducta determinada, sino potenciar, a través de la reflexión, del trabajo, etcétera, el establecimiento de nuevas conexiones que permitan «esquivar» la desadaptativa. Podríamos decir lo mismo con respecto a los aprendizajes. Si realizamos un aprendizaje incorrecto, el modo de rehacerlo pasa por potenciar nuevas conexiones que acaben siendo más importantes que la original. Es decir, pasa por trabajar nuevos ejemplos y nuevos contextos que sean aún más significativos para el alumno que el original. En algunos casos puede ser sencillo y en otros no. Este es el reto –o la magia, si desean decirlo de manera poética– del oficio de educar.

12. ¿Cómo influye el ambiente social en los aprendizajes? ¿Qué importancia tiene la forma en que miramos a los alumnos? En definitiva, ¿cómo se aprende mejor, aislados o en grupo?

Las personas no vivimos aisladas unas de otras. No podríamos vivir nunca así. Hace unos años, estando en la prisión de Alcatraz, en San Francisco (como visitante, por supuesto), uno de los antiguos guardas reconvertido en guía turístico nos explicó los efectos que había tenido sobre el infame gánster Al Capone el hecho de estar unos años completamente solo, en una celda de aislamiento, sin ningún contacto con otras personas. Simplemente, enloqueció. La evolución ha modelado nuestro cerebro para vivir en sociedad.

1

La vida social es mucho más compleja de lo que podemos imaginar. No lo notamos porque estamos acostumbrados desde el nacimiento y la mayor parte de conexiones sociales que genera el cerebro las gestiona de manera automática, preconsciente. Convivir con otras personas implica, por un lado, contribuir al bien común para evitar ser excluido, y, al mismo tiempo, sacar provecho de la colectividad, por supervivencia propia. Implica también prever las intenciones de los demás para poder prepararnos y que no nos cojan desprevenidos, al tiempo que intentamos que los demás solo perciban las intenciones que les queremos mostrar, pero no las que queremos mantener ocultas. Por eso es tan complicado ser un buen jugador de póquer, que no deje traslucir qué cartas tiene –o incluso que confunda a los compañeros de

mesa–, y de ahí la expresión *cara de póquer*. Los niños pequeños, apenas tres días después de nacer, ya se fijan en la mirada de las personas que los rodean, especialmente la de sus cuidadores. A través de la mirada aprenden, poco a poco, qué significan las emociones de los demás, y cómo hay que responder. Aprenden la vida social.

Normalmente no nos damos cuenta porque estos bebés tan pequeños aún no son capaces de fijar la mirada más allá de unos segundos sobre algo en particular, pero sus ojos danzantes captan muy especialmente la mirada de sus cuidadores. Tampoco pueden todavía enfocar a gran distancia, solo lo que hay un poco más allá de su nariz, por lo que realmente los primeros ojos que ven son los de las personas que les hacen arrumacos. Les propongo un pequeño experimento para realizar con un bebé, un experimento que puede ser simplemente intelectual. Imagínese un bebé en su cuna y que usted se acerca con un sonajero en la mano. Lo agita suavemente para que haga ruido, y efectivamente el bebé dirige la mirada hacia el sonajero. La autoprotección es el primer instinto, por lo que lo primero que hará será ver si ese objeto ruidoso se acerca demasiado como para darle un golpe o no. Una vez haya comprobado que no le golpea, automáticamente ignorará el sonajero y centrará su mirada en la suya. Si usted está risueño, él sonreirá. Si pone cara de «pocos amigos», llorará. Lo importante no es el sonajero, sino usted, su mirada y las intenciones que trasluce. Lo primero que interesa a las personas cuando nacen son las otras personas.

¿Por qué les cuento todo esto? Por un motivo muy sencillo. Efectivamente el ambiente influye en los aprendizajes, en la educación. He hablado varias veces de ello en los capítulos precedentes. Pero el ambiente que más influye, con diferencia, es el social, la relación que establecen con los compañeros y los profesores, con sus padres y con la sociedad en general.

2

Les voy a poner un pequeño ejemplo muy ilustrativo de cómo el ambiente social, de forma absolutamente inconsciente, puede influir en los aprendizajes. Durante mucho tiempo se ha discutido si, de media, los chicos

son mejores en matemáticas que las chicas. Algunos estudios realizados sobre resultados académicos parece que así lo indican, y también si se valora el porcentaje de sexos que existe entre los estudiantes de matemáticas en la universidad. ¿Puede que el cerebro masculino tenga más facilidad para las matemáticas que el femenino? Podría ser, dado que, como expliqué al principio del libro, hay un grupo relativamente numeroso de genes que funcionan de manera ligeramente diferente en el cerebro masculino respecto al femenino –o viceversa–. Podría ser que esto condicionara el tipo de redes neurales, dado que sabemos que sucede así en algunos casos, como por ejemplo en las redes neurales que tienen relación con la sexualidad.

Hace tres o cuatro años, sin embargo, un estudio desmintió, al menos parcialmente, que las mujeres y los hombres tengamos de partida diferencias significativas con respecto a las redes neuronales implicadas en la lógica matemática. Se seleccionaron varias clases de Primaria en diversos centros educativos y se filmó con gran precisión la cara que ponía el maestro cuando uno de sus alumnos resolvía satisfactoriamente un problema de matemáticas. Primero se vio que la cara que ponía el maestro era diferente cuando los alumnos resolvían satisfactoriamente el ejercicio que cuando se equivocaban. Si lo resolvían satisfactoriamente la mirada transmitía confianza y aprobación. Hasta aquí el resultado es muy lógico. Sin embargo, y esta es la parte importante del trabajo, se vio que, si el ejercicio lo resolvía un chico, ¡la mirada del maestro transmitía más aprobación que si lo resolvía una chica! Y esto ocurría en todos los casos, sin que el profesor fuera consciente de ello, y tanto si era mujer como si era hombre. De alguna manera, y este estudio no averiguaba el motivo, nuestra mirada es diferente según el sexo de la persona que miramos, y este hecho puede condicionar –y seguro que condiciona– su progresión. Si, como sucedió en este caso, miramos con más aprobación a los chicos, de media pueden acabar siendo más buenos en matemáticas, no porque lo fueran de buen inicio, sino por la potenciación externa de sus aptitudes.

Estudios similares indican que, ya desde muy pequeños, cuando son todavía bebés, las miradas que dirigimos a las niñas son más emotivas que las que dirigimos a los niños, lo cual repercute también en la forma en que

después mostrarán sus emociones. Seguro que todos coincidiríamos en que, en general, las niñas parece que son más emotivas que los niños... Posiblemente haya también alguna base biológica, de tipo hormonal –de promedio las niñas producen más oxitocina que los niños, la neurohormona de la sociabilización–, pero seguro que el ambiente lo condiciona muy intensamente. También ocurre en los adultos. En otro trabajo se dio a una serie de evaluadores profesionales el currículum de varias personas que optaban a una determinada posición académica universitaria. Los currículos eran absolutamente reales, pero se había alterado el nombre de los solicitantes. A los mismos currículos se les asignó nombre de mujer o de hombre y se dieron a evaluadores diferentes. Pues bien, tanto si los evaluadores eran mujeres como si eran hombres, todos tendían a dar una puntuación superior a un mismo currículum si iba asociado a un nombre masculino. También se ha visto que, en la universidad, los alumnos tienden a valorar más positivamente a los profesores de sexo masculino, con independencia de su propio sexo, es decir, tanto si son chicas como chicos.

Quizá pensarán que todo esto no tiene mucho que ver con la educación, pero creo que sí, y es muy importante. Decía al principio del libro que, para mí –y en esto baso todo este trabajo–, el objetivo principal de la educación debe ser ayudar a las personas a crecer en dignidad. Y sin igualdad no hay dignidad, o esta se ve reducida. El ambiente social influye en los aprendizajes, a menudo de un modo muy sutil, tanto que quizá no nos demos cuenta –pero no por ello es menos importante.

3

De todo lo que acabo de explicar se pueden derivar varias consecuencias. La primera es la importancia que tiene la forma en que miramos a nuestros alumnos –y cómo se miran entre ellos–. El sentido de la vista es uno de los más complejos, tanto a nivel funcional como de integración en el cerebro. Cuando nuestros ojos «perciben» una imagen, lo único que hacen es captar a través de la retina los fotones que refleja aquel objeto y transmitir la información pertinente a la denominada *corteza visual*. Las neuronas de esa

zona integran la imagen y, antes de transmitirla a la zona del cerebro que nos permite ser conscientes de las cosas que nos rodean, de los sucesos que acontecen y de nuestro estado mental (hablaré más de esta zona en otro capítulo, en relación a la capacidad de ser autoconscientes y de la importancia que tiene para los aprendizajes), la envían hacia la amígdala y el hipocampo. La amígdala valora si esa imagen tiene algún contenido emocional que ya conozcamos y, si se da el caso, la integra a la misma información visual. Y el hipocampo busca si tenemos algún recuerdo previo. Si no hay ningún recuerdo previo se activa el tálamo, que, como ya he comentado, es el centro gestor de la atención. Ante algo desconocido, debemos poner atención, no sea que fuese perjudicial para nosotros –o que lo pudiéramos aprovechar en beneficio propio–. Por lo tanto, una posible manera de atraer la atención de los alumnos es a través de imágenes sorprendentes, desconocidas. Ya hablé de ello cuando discutí el tema de la atención.

> El modo de mirar a nuestros alumnos y cómo se miran entre ellos tiene una importancia capital en su percepción sobre lo que están aprendiendo, sobre el hecho mismo de aprender y también sobre la percepción que están construyendo de ellos mismos.

Del mismo modo, si la amígdala asocia la imagen a una emoción de alerta –de miedo, de ira, etcétera–, también activa el tálamo, lo que hace que pongamos atención. En cambio, si la imagen ya nos resulta conocida y no hay ninguna emoción específica asociada a ella, entonces el tálamo no se activa. Es lo que nos pasa, por ejemplo, cuando andamos por calles conocidas, llegando a casa. A menudo no somos capaces de decir ante qué semáforos nos hemos detenido o con cuántas personas nos hemos cruzado por la calle. Si todo nos resulta conocido, no ponemos atención y andamos con el «piloto automático». También los alumnos pueden estar en clase con el piloto automático, sin atención, como saben muy bien. Resumiendo, cuando tomamos consciencia de una imagen, cuando la «percibimos», va siempre

asociada a emociones y recuerdos. Este es el gran poder de las imágenes y, por extensión, de las miradas. Cada vez que miramos a un alumno, a través de nuestra mirada estamos activando sus emociones. Pueden ser de miedo, de ira, de alegría, de indiferencia, etcétera. Por eso es tan importante cómo miramos a nuestros alumnos, puesto que responderán en consecuencia. Y también lo es cómo se miran entre ellos, puesto que, a través de la mirada, se pueden producir, por ejemplo, situaciones de acoso que los alumnos afectados pueden vivir con gravedad.

Regresemos a nuestras miradas. Decía que es muy importante cómo los miramos porque responderán en consecuencia. No obstante, que nadie se angustie. Si puntualmente miramos a un alumno y le transmitimos una emoción desagradable, no pasa nada. El problema no son las miradas puntuales, que deben reflejar nuestro estado de ánimo para con ellos. Los problemas pueden venir si siempre miramos a una persona del mismo modo, transmitiéndole emociones desagradables. Esta es la situación que debemos evitar. Para poder evitarlo, primero tenemos que ser conscientes de ello, evidenciárnoslo a nosotros mismos.

Los niños se dan cuenta muy pronto del poder de las miradas. Hay una época de la vida en que las niñas y los niños no paran de pedir a los padres que les miren o que observen qué están haciendo. Es aquella época en que una de las frases que más resuena en las casas es «mira, mamá, mira, mira, mira...» o «mira, papá, mira, mira, mira...». Efectivamente buscan que miremos lo que hacen, pero no por esa acción *per se*, sino para poder percibir la mirada de aprobación o desaprobación respecto a lo que están haciendo. Experimentan con la mirada de los demás, de forma preconsciente.

4

La segunda consecuencia que se puede extraer de lo que he explicado en este capítulo es la importancia de educar y trabajar sobre todo a través del placer, muy especialmente del placer social, que, como ya he dicho en otros capítulos, es lo que el cerebro interpreta como de máxima utilidad. Puesto

que ya he hablado de ello con anterioridad, no me extenderé más, pero quería aprovechar la ocasión para volverlo a enfatizar.

Finalmente, la tercera consecuencia que quería destacar es la trascendencia capital del trabajo cooperativo y colaborativo. Si el cerebro busca vivir en sociedad y la aceptación social es valorada como lo más útil, debemos sacar provecho de ello en la educación. Trabajar en grupo, que no significa estar todos alrededor de una mesa haciendo lo mismo, sino saber que el trabajo que realizamos es importante para los demás y que el trabajo que realizan los demás es importante para nosotros, es una de las estrategias que proporciona un mayor placer social y, en consecuencia, que permite alcanzar los aprendizajes de manera más integrada y eficiente. Con ello no quiero decir que el trabajo individual no sea necesario, porque también es imprescindible. Pero no debemos olvidar nunca los aspectos cooperativos y colaborativos del aprendizaje. De hecho, la cooperación implica que cada persona aporte algo al conjunto, y ese algo proviene de un trabajo individual, por lo que el trabajo individual es una parte necesaria del aprendizaje cooperativo y colaborativo. El cerebro los busca, busca la socialización. Es lo mismo que ocurre cuando entramos en una fiesta: lo primero que observamos no es la sala ni si hay bebidas o comida (salvo que tengamos mucha hambre, claro está); miramos qué personas han acudido.

> El trabajo cooperativo y colaborativo es una de las estrategias de trabajo que proporciona más placer social y, en consecuencia, que permite alcanzar los aprendizajes de manera más integrada y eficiente.

A menudo, sin embargo, podemos tener la percepción de que a través del trabajo colaborativo se alcanzan menos objetivos académicos. A corto plazo, tal vez en algunos casos sea así, no lo negaré. Pero la educación debe ser mucho más ambiciosa y tiene que trabajar siempre pensando a medio y a largo plazo. Y desde esta perspectiva, conseguir alumnos que sepan trabajar tanto individualmente como en grupo, que sepan motivarse para seguir

aprendiendo, que busquen nuevos conocimientos y nuevos retos... Conseguir esto no tiene precio, y el trabajo cooperativo sin duda contribuye a ello, y mucho.

Todo ello, claro está, considerando que el objetivo principal de la educación deba ser ayudar a las personas a crecer en dignidad, como he recordado hace unos párrafos. Decía al principio del libro que la educación puede obedecer a muchos objetivos diferentes. Si lo que queremos es formar profesionales altamente cualificados y competitivos, que compitan entre ellos y busquen, por encima de todo, prestigio profesional y riqueza material, entonces tal vez algunas de las cosas que he dicho no sirvan y tengamos que centrarnos en el trabajo individual y en procesos escolares altamente selectivos. Tampoco rechazo, por supuesto, la búsqueda de prestigio profesional y de riqueza material. Son también buenos incentivos para la motivación. Pero la educación debe ser más transversal y más global, debe considerar también los demás factores, y la dignidad, ante todo. En este contexto, la capacidad de cooperar y colaborar y de saber encontrar placer en la colaboración y la cooperación son claves. Volvemos al cerebro social, a la búsqueda de los demás en nuestro día a día, en el día a día de nuestros alumnos.

5

Finalmente, para terminar este capítulo es necesario hablar de una última cosa. ¿Cuál es el mejor modo de realizar un trabajo cooperativo y colaborativo? La respuesta es simple y directa, y no solo afecta a este aspecto de la educación, sino a todos los aprendizajes: a través del juego. El juego es consustancial a la especie humana y constituye una manera peculiar de relacionarse con el entorno. Desde una perspectiva antropológica, es una forma de aprendizaje, de hecho, es la principal forma instintiva de aprendizaje en los niños. Pero debemos hacer una aclaración. Todas las crías de mamífero juegan entre ellas y con los adultos, y esta es también su particular forma de aprender a relacionarse entre ellos y con el entorno. Los cachorros de los felinos se revuelcan y trepan sobre los adultos, las crías de

primates se cogen, se acarician y se empujan, e incluso juegan al escondite. La principal diferencia respecto a nosotros radica en el hecho de que los juegos humanos son mucho más complejos, y además jugamos durante toda nuestra vida. El resto de mamíferos dejan de jugar al llegar a la edad adulta. Jugar toda la vida es un hecho típicamente humano.

> El juego es consustancial a la especie humana y constituye una manera peculiar de relacionarse con el entorno. Es una forma de aprendizaje, de hecho, la principal forma instintiva de aprendizaje en los niños.

Desde la perspectiva neurocientífica, el juego surge de la curiosidad, la motivación y la búsqueda de novedades, y promueve la flexibilidad en los procesos mentales, incluyendo los ensayos adaptativos. Dicho de otro modo, a través del juego, los niños aprenden a buscar múltiples maneras de alcanzar un mismo resultado o maneras más creativas de mejorar y reorganizar una situación concreta. Es mediante el juego, por lo tanto, como descubren nuevas posibilidades; aprenden a conocer el mundo que les rodea y a interpretar la realidad; ensayan conductas sociales y asumen roles; aprenden reglas y regulan sus comportamientos; exteriorizan pensamientos; descargan impulsos y emociones y satisfacen sus fantasías. El juego es, en definitiva, indispensable para el desarrollo psicomotor, intelectual, afectivo y social. El aprendizaje, a pesar de ser muy serio, debe ser vivido siempre por los niños como un juego. El problema quizá sea que nosotros, los profesionales de la educación, no percibimos de este modo nuestro trabajo. Debemos ser aprendices junto con nuestros alumnos, y «juguetones». Pero ¿qué quiere decir eso de ser «aprendices» con nuestros alumnos? Enseguida hablaremos de ello.

13. ¿Qué es la motivación? ¿Y la creatividad? ¿Hay relación entre estos dos procesos mentales o los he agrupado en un mismo capítulo porque no se me ha ocurrido nada mejor?

Probablemente, las dos palabras que más se usan en educación son *motivación* y *creatividad*. No es necesario que le demos demasiadas vueltas. Creo que todos tenemos claro que, sin motivación, a los alumnos –como también nos pasa a nosotros–, se les forma una especie de caparazón alrededor de todo el cuerpo que los hace impermeables a cualquier cosa que digamos o a cualquier actividad que les propongamos. Sin motivación, el aprendizaje es imposible. Del mismo modo que una buena motocicleta *custom*, por muy bonita que pueda ser por fuera y por muy potente que sea su motor, no sirve de gran cosa si no le llenamos el depósito de gasolina, un alumno sin motivación, por muchas capacidades intelectuales que tenga, no las aprovechará, al contrario, se nos «oxidará» –como la motocicleta si, además, la tenemos parada a la intemperie noche y día–. Todos hemos tenido alumnos que podrían haber sido brillantes, pero que no vibraban en el aula. También todos hemos tenido días anodinos en los que sin duda nos ha costado mucho más conectar con los alumnos y animarlos. La motivación es el combustible del aprendizaje, como también lo es de cualquier actividad que requiera acciones proactivas. Sin embargo, ¿tenemos claro qué es realmente la motivación y, en consecuencia, cómo la podemos estimular? ¿Hay relación entre la motivación y la creatividad? Por cierto, hablando de creatividad, ¿es tan compleja como a veces se nos quiere hacer creer? ¿Que

es necesario aprenderla y, por consiguiente, hay que enseñarla a nuestros alumnos? Si piensan eso les decepcionaré: para las personas, mejor dicho, para los niños, la creatividad es lo más normal del mundo, tanto como respirar.

1

Empecemos hablando de motivación. Las definiciones de diccionario son muy explícitas, pero no aclaran gran cosa sobre su contenido neural. Según el diccionario, la motivación es el «factor o el conjunto de factores que inducen a un comportamiento determinado», o bien es el «proceso que sostiene y que dirige la actividad del organismo y el comportamiento de los individuos». Está claro, por tanto, que la motivación induce comportamientos específicos y, en consecuencia, es crucial para realizar cualquier acción que deba ser proactiva. Dado que el aprendizaje es un comportamiento que tiene que ser proactivo, no debe resultarnos extraño que sin motivación el aprendizaje sea imposible (o mucho más difícil de realizar).

Se sabe que en la motivación intervienen variables biológicas, genéticas, neuronales, psicológicas, de personalidad, sociales y cognitivas, pero la fórmula exacta de este cóctel es muy variable. Examinémoslo por partes, lo que nos permitirá apuntar progresivamente algunas conclusiones que pueden ser interesantes en la práctica educativa. A nivel psicológico, la motivación es un proceso interno del cerebro –un estado mental– que repercute en todo el cuerpo. Su finalidad biológica es activar, dirigir y mantener una conducta adecuada para la consecución de un objetivo concreto. Este es un concepto clave.

Para motivarnos o para conseguir que los demás se motiven, hay que tener un objetivo concreto que sea tangible. Diseñar un cohete real en el jardín de casa para ir a Marte nos motiva menos que diseñar un disfraz de astronauta para carnaval, básicamente porque en poco tiempo veremos cómo el disfraz va tomando forma, mientras que en el caso del cohete pronto nos encontraremos con problemas irresolubles, absolutamente alejados de nuestro

alcance –y por tanto no los percibiremos como tangibles–. Sin objetivos la motivación no es posible.

> Para motivar es necesario tener un objetivo concreto que sea tangible.

2

La motivación se desencadena de manera más o menos automática cuando nos enfrentamos, o cuando enfrentamos a nuestros alumnos, a un reto. Es necesario, sin embargo, que el reto sea significativo, es decir, que forme parte importante de su día a día. En terminología evolutiva diríamos que es necesario que el reto sea percibido como importante para la supervivencia, sabiendo que el término *supervivencia* es muy amplio e incluye, de manera muy significativa, el mantenimiento individual y colectivo dentro de la estructura del grupo (he hablado varias veces de la importancia de la aceptación social para dirigir y mantener los comportamientos). En los niños, la motivación puede surgir espontáneamente, a través del juego (el juego es la forma instintiva como los niños aprenden a relacionarse con el entorno, y por eso es tan motivador), pero, a menudo, en el aula, necesitamos provocarla desde fuera. Las zonas cerebrales implicadas en la autogestión del comportamiento aún no han madurado del todo, y por lo tanto los niños todavía no pueden estimular voluntariamente su motivación. A medida que los alumnos se van haciendo mayores, especialmente durante la adolescencia, la capacidad de automotivarse va madurando, lo que implica que cada persona debe terminar siendo capaz de encontrar sus propias fuentes de motivación. No es un proceso mental sencillo; muchas personas no alcanzan nunca completamente la capacidad de buscar sus propias fuentes de motivación, y en el otro extremo hay algunos que parece que siempre llevan la «mochila» bien cargada. La capacidad de autoanálisis ayuda a buscar la motivación y a encauzarla, pero de eso hablaré dentro de un par de capítulos, cuando aborde el tema de la autoconciencia.

Una de las maneras como los niños y los adolescentes aprenden a encontrar fuentes de motivación y gestionar esta habilidad mental es por imitación, viendo cómo los adultos –los progenitores, los familiares, los educadores y la sociedad en general– se motivan. En el próximo capítulo hablaré de la gran importancia de la imitación para transmitir modelos de comportamiento. De momento adelanto que para aprender a generar y a gestionar la propia motivación es necesario observar cómo se motivan las otras personas, qué las hace vibrar y cómo lo gestionan y conducen. Y los educadores somos, en este aspecto, una pieza clave, junto con los padres. Una sociedad «motivada» genera personas motivadas, y viceversa.

Desde el punto de vista fisiológico, la motivación, que es gestionada por una zona del cerebro denominada *núcleo accumbens*, aumenta el flujo sanguíneo en el cerebro y en la musculatura corporal para aportar más nutrientes y oxígeno a las células, lo que permite que incrementen su actividad metabólica. Es lógico; si hay que afrontar un reto y solucionarlo, necesitamos energía para no desfallecer antes de tiempo. Por este motivo, a menudo percibimos la motivación como un proceso vigorizante, por el vigor físico e intelectual que nos da ese aporte extra de energía. Es, en definitiva, un mecanismo de respuesta fisiológica del cerebro y del cuerpo que tiene en cuenta el balance entre las necesidades y las demandas de cada momento, es decir, entre lo que nos exige el entorno y cómo debemos responder, y nos energiza y vigoriza para que podamos realizar las acciones adecuadas a estas necesidades. Para motivar, pues, hay que generar necesidades.

> Para motivar es necesario generar necesidades y dejar elegir.

Y, curiosamente, se ha observado que la existencia de riesgos también estimula la motivación. No quiero decir riesgos asociados a peligro, sino en el sentido de saber que hay varias opciones de respuesta y que muy probablemente una será mejor que las otras, sin saber cuál será la mejor. Dicho de otro modo, el hecho de tener que elegir entre varias opciones estimula la motivación. Es lógico: ¿qué nos motiva más, hacer algo que

hemos decidido nosotros o hacerlo porque nos obligan? Por eso en la primera página del libro les he dado a elegir explícitamente entre continuar leyéndolo o bien guardarlo en la estantería. Les he advertido, la elección ha sido suya...

Sin embargo, si hay muchas opciones y algunas son intermedias, tendemos a elegir estas, porque así, si no acertamos, tampoco perderemos mucho. Y se ha observado que en estas situaciones la motivación es menor. Por ello, en relación con nuestros alumnos, para estimular su capacidad de tomar decisiones y de motivarse, lo mejor es que la elección sea binaria, como la «propuesta» que he incluido al principio del libro. Si hubiera incluido una opción intermedia, como, por ejemplo, que primero leyeran la introducción y después volvieran a decidir, muy probablemente todos hubieran elegido esta.

3

Además, la motivación nos empuja a superar las trabas y nos permite posponer la consecución de recompensas inmediatas, porque en sí misma ya es una recompensa. Recordemos, sin embargo, que la capacidad de retrasar las recompensas madura con la edad, por lo que hay que resituar la afirmación anterior en el contexto de cada etapa concreta del desarrollo personal. También por este motivo a los niños les cuesta mucho más provocar su propia motivación, y conforme van haciéndose mayores puede resultarles relativamente más sencillo. Sin embargo, un alumno motivado, tenga la edad que tenga, puede retrasar la recompensa por su trabajo durante más tiempo que uno que no lo esté. La motivación, por lo tanto, ayuda a la maduración de esta capacidad mental, y también al revés: a medida que madura la capacidad de retrasar las recompensas podemos mantener la motivación durante más tiempo.

Pero, ¿por qué digo que la motivación es en sí misma una recompensa? Porque la realización de acciones con motivación, sean del tipo que sean, van acompañadas de descargas neurohormonales que activan las reservas de energía de nuestro cuerpo –por eso notamos que la motivación nos energiza y vigoriza–, las cuales a su vez provocan placer. De hecho, el mismo centro del cerebro que gestiona la motivación, el núcleo accumbens, también está

implicado en el placer. Y, curiosamente, también es la zona más afectada por las drogadicciones –aunque, bien mirado, de curioso no tiene nada dado que las adicciones afectan el placer y la motivación–. Mucha atención, empero, porque esto es muy importante: las mismas neurohormonas implicadas en la motivación y el placer provocan sensación de optimismo. Hay varios neurotransmisores implicados, como la serotonina, la dopamina, las endorfinas y la noradrenalina. Dicho de otro modo, la motivación y el optimismo se retroalimentan mutuamente dentro del cerebro, dado que en estos procesos mentales intervienen un mismo conjunto de neurotransmisores. Las personas motivadas son más optimistas y las personas optimistas se motivan con más facilidad. Es lógico: si el objetivo biológico de la motivación es afrontar las necesidades y los retos, y el hecho de afrontarlos nos permite superarlos, dicha superación se vive con el optimismo de saber que podemos salir adelante. Según el diccionario, el optimismo es la disposición a ver las cosas bajo el aspecto más favorable, precisamente tener éxito ante los retos.

> Para motivar debemos saber que hay trabas que superar, pero es necesario que se perciban con optimismo.

4

Pese a lo que he expuesto hasta ahora en relación con la motivación, es cierto que no todo el mundo se motiva de la misma manera; cada persona tiene un umbral diferente, que depende de factores biológicos intrínsecos y, también, del contexto ambiental de cada momento y de las experiencias vividas. Hay personas que ya desde la infancia se motivan con gran facilidad, mientras que a otras parece que les cueste mucho encontrar qué las motiva. La genética de cada uno tiene que ver con parte de estas diferencias, dado que hay muchos genes con múltiples variantes que afectan a los neurotransmisores que he mencionado. En consecuencia, estos genes afectan de manera diferente el modo en que funciona este sistema. Y, por supuesto, también interviene de manera crucial cómo nos hemos ido y nos han ido educando, y cómo

educamos a nuestros alumnos (en la escuela, en la familia y en la sociedad), porque el ambiente en el que crecemos condiciona las conexiones que establecen algunas de nuestras neuronas, también en el aspecto de la motivación (la plasticidad neural de la que ya he hablado). Si un alumno se motiva por algo y los adultos le transmitimos, aunque sea inconscientemente, que aquel objeto de motivación es irrelevante o que no vale la pena, le estaremos enseñando que no merece la pena motivarse. Tan importante es educar en la motivación como no contribuir a desmotivar.

Por poner un ejemplo concreto: hace unos años, cuando se inició la última crisis global, se oyó en boca de muchas personas y prohombres de reconocido prestigio que los estudiantes de ese momento lo tendrían muy difícil para encontrar trabajo, que deberían irse fuera e, incluso, textualmente, que sería «una generación perdida». ¿Qué motivación podían encontrar los estudiantes de Secundaria en el hecho de aprender cosas nuevas si se les estaba anunciando que ya estaban condenados a no salir adelante? Únicamente las personas muy competitivas afrontan estos comentarios como un reto, pero no es así en la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, lo que sí está claro es que, sin motivación, nuestro cerebro y el de nuestros alumnos rinden muy por debajo de sus posibilidades y se generan estados de disgusto y de malestar. También hay neurotransmisores implicados en estos estados de malestar y apatía que nos hacen ser poco proactivos. Repito, ahí es donde radica la importancia de la motivación: energizar y vigorizar los procesos mentales y hacernos proactivos.

La motivación como estado mental se genera en una zona concreta del cerebro, la corteza, que es donde residen los procesos cognitivos más complejos, como la autoconciencia y la toma de decisiones. No es de extrañar: para motivarnos debemos ser conscientes de nuestro estado y de nuestros deseos y necesidades, y de lo que tenemos que hacer para conseguirlos; y la motivación ayuda a que los procesos mentales de toma de decisiones sean más proactivos. Además, en la corteza cerebral también se generan las percepciones sociales y las respuestas para la vida social, con los componentes emotivos, morales y éticos asociados. Debemos suponer, por lo tanto, que todos estos factores también contribuyen o están implicados en los

procesos motivacionales. Por eso cuando los adolescentes empiezan a madurar en la capacidad de motivarse de manera consciente, una de las cosas que más les motiva es discutir sobre aspectos morales y éticos de la sociedad donde viven.

> La motivación favorece que tomemos decisiones proactivas.

5

¿Qué es lo que nos motiva y qué motiva a nuestros alumnos? ¿Que les demos una piruleta? ¿Que les regañemos si hacen algo mal para que la próxima vez intenten hacerlo mejor? Pues ni lo uno ni lo otro (el ejemplo de la piruleta es bastante banal, ya lo sé, pero es gráfico; ahora lo explicaré con más propiedad). Además de los puntos que ya he mencionado, otro factor que contribuye a la motivación es la búsqueda de novedades, que va ligada a la necesidad de tener que superar obstáculos. La evolución ha favorecido que a nuestro cerebro le guste aceptar los retos, especialmente, pero no únicamente, los sociales, y que busque respuestas a las situaciones que tienen una carga emotiva. Si queremos motivar o transmitir nuestra motivación, es ahí donde encontraremos el resto de claves para hacerlo. Y para reforzarla, nada mejor que la aceptación social. De todo esto ya he hablado en diversos capítulos en otros contextos, y se puede aplicar aquí exactamente del mismo modo.

> La motivación debe contemplar los aspectos emotivos y la búsqueda de novedades, y también los aspectos sociales.

Pero debemos estar alerta, porque, como ya he mencionado, ¡tan importante es motivar como no desmotivar! Se ha visto, por ejemplo, que los regaños injustificados o excesivos, la ridiculización, la infravaloración o las simples miradas de desaprobación (recuerde el crucial papel de las miradas) pueden desmotivar a un niño o un adolescente durante largos períodos de

tiempo, e incluso pueden generar un bloqueo motivacional difícil de romper. Seguro que todos conocemos casos de desmotivación provocada por una ridiculización, pese a que quizás se hubiera hecho como una «simple broma». Debemos ser conscientes de que una broma «de adulto» dirigida de forma directa a una carencia de una persona, especialmente si es un niño o un adolescente, puede ser vivida de manera muy negativa por esa persona, y aún más si se hace en un contexto social, como puede ser en el aula, delante de sus compañeros. El sentido del humor puede ser, y debe ser, un aliado fantástico en la educación, pero no dirigido a personas o colectivos concretos.

Para terminar el tema de la motivación, diremos que se ha observado que las condiciones ambientales del aula también influyen y que hay que controlarlas tanto como podamos. La temperatura del ambiente en el que realizamos las actividades, por ejemplo, no debe ser demasiado elevada, y la iluminación debe ser tan natural como sea posible dado que la luz estimula la producción de neurotransmisores relacionados con el optimismo (y ya he hablado de la relación que existe entre el optimismo y la motivación). También influyen el cansancio y la alimentación (nunca debemos estar atiborrados).

6

¿Y la creatividad? ¿Qué podemos decir con respecto a la creatividad? Puede parecer que es una facultad extraordinaria, pero la creatividad es consustancial a nuestra especie. Cuando tenemos pensamientos creativos se activan unas zonas muy concretas del cerebro que se encuentran en la llamada corteza prefrontal, que se sitúa más o menos por detrás de la frente. También se conocen varios genes que condicionan el nivel de creatividad en función de la variante génica que tengamos. Algunos afectan la creatividad general, y otros a aspectos más concretos como pueden ser la creatividad lingüística, la musical, la fisicokinestésica, etcétera, lo que indica, ya de entrada, que el proceso creativo es complejo de analizar, y que intervienen muchos factores diferentes.

Las personas somos la única especie auténticamente creativa, una característica mental que va estrechamente ligada al hecho de poder hacer abstracciones mentales. En consecuencia, cualquier trabajo que facilite las abstracciones –y la educación plástica es uno de ellos– estimula la creatividad. De manera general la creatividad se puede definir como la habilidad para cuestionar asunciones, romper límites intelectuales, reconocer patrones que quedan escondidos a primera vista, observar el entorno de manera crítica y analítica y realizar nuevas conexiones entre elementos que de manera natural no están vinculados. Por ejemplo, coger una piedra y usarla directamente para abrir una nuez no es un acto creativo. Muchos primates tienen comportamientos como este. Ahora bien, coger una piedra y pulirla de una manera determinada para que abra mejor las nueces, eso sí es un acto creativo. Pero la creatividad es mucho más global que este simple ejemplo y contempla muchos otros procesos que a menudo nos pasan desapercibidos.

Por ejemplo, un trabajo muy habitual en las escuelas de Educación Infantil es clasificar objetos. Una clasificación es siempre un acto de creatividad. Imaginemos que ponemos un montón de botones diversos sobre una mesa y pedimos a nuestros alumnos que los clasifiquen. En principio, todos los botones son equivalentes en cuanto a su función: sirven para abrocharse la ropa. Pero para clasificarlos y agruparlos en diferentes categorías necesitamos buscar otras propiedades, algún tipo de patrón que vaya más allá de esta utilidad funcional. ¿Cuáles pueden ser estos patrones? El color, la forma, el número de agujeros, etcétera. Esta búsqueda de otros patrones es un acto creativo. Pero la creatividad es incluso más primaria que eso. Les propongo un pequeño «experimento», si es que lo podemos llamar así. Solo les hace falta disponer de un niño muy pequeño (por eso he puesto la palabra *experimento* entre comillas). Llévenlo a algún lugar que le resulte muy aburrido, el que deseen, y denle únicamente una botella de agua de plástico (para que no se haga daño). Le hacen estar razonablemente quieto y en silencio de manera que se aburra bastante. Si lo consiguen, verán que en muy poco tiempo la botella de agua dejará de ser una botella de agua, al menos en la mente del niño, y la manipulará según lo que esté imaginando: quizá sea un

cohete, una muñeca o un tren, o cualquier otra cosa, pero no una botella de agua. De hecho, la creatividad, como he definido, es también realizar nuevas conexiones entre elementos aparentemente dispares. Para la mayor parte de adultos, una botella de agua es solo eso, una botella de agua. No somos capaces de ver nada más. Los niños, en cambio, son mucho más creativos que nosotros y pueden ver en ella cualquier cosa; pueden establecer cualquier conexión que en ese momento les pase por la cabeza y vivirla como tal.

¿Qué quiero decir con todo esto? Que la creatividad no es algo que nos resulte ajeno, y por lo tanto no la tenemos que aprender, como debemos hacer, por ejemplo, con las tablas de multiplicar. La creatividad es consustancial a nuestra especie. Nacemos con ella y cuando somos pequeños es cuando más creativos somos. Lo cual no quiere decir, sin embargo, que la creatividad práctica, que es la que nos permite hacer avances útiles, no necesite otros ingredientes que sí vamos aprendiendo con la edad.

> La creatividad, que es consustancial a las personas, es la habilidad para cuestionar asunciones, romper límites intelectuales, reconocer patrones que quedan escondidos a primera vista, observar el entorno de manera crítica y analítica y realizar nuevas conexiones entre elementos que de manera natural no están vinculados.

7

La creatividad práctica tiene tres componentes claramente distinguibles, pero indisociables: experiencia, habilidad de pensamiento creativo y motivación. ¡Sí, motivación! En cuanto a la experiencia, no es más que conocimiento, y como en cualquier aprendizaje no es suficiente con recordar conceptos o procedimientos básicos, sino que hay que aprender a aprender. Respecto a las habilidades de pensamiento creativo, es precisamente lo que manifiestan todos los niños de manera espontánea. Es la creatividad de la que hablaba en el apartado anterior. Los niños son los más creativos, pero su creatividad no es práctica porque les falta experiencia y su capacidad de motivación aún no

ha madurado. Tengan en cuenta que, con la edad, ganamos experiencia y capacidad de gestionar la motivación, por eso es cuando podemos manifestar los aspectos prácticos de la creatividad. Pero, en cambio, tendemos a perder habilidades de pensamiento creativo. ¿Por qué?

Simplemente porque, en el proceso de maduración y sociabilización, elaboramos una serie de bloqueos mentales, un mecanismo de adaptación al entorno familiar, al sistema educativo, a la burocracia organizativa y los condicionamientos físicos, sociales y culturales de cada uno, que limitan la apertura mental necesaria. Es lógico e inevitable que suceda. Para ser creativos hay que estar abiertos a todas las alternativas. Pero si constantemente estuviéramos valorando todas las alternativas de todo lo que vemos y hacemos, avanzaríamos muy lentamente. Cuando ensayamos algo y encontramos la mejor respuesta, por economía de tiempo y recursos tendemos a no ensayar más, a no buscar nuevas alternativas, y por consiguiente a responder siempre del mismo modo. Mirarlo siempre absolutamente todo desde la creatividad no resulta útil desde el punto de vista de la supervivencia biológica, que a menudo requiere tomar decisiones de manera rápida y no reflexiva. Por ello, con la edad, a medida que los ensayos que realizamos de niños, a través principalmente del juego, nos van dando respuestas sobre cómo comportarnos y relacionarnos con los demás y con el mundo que nos rodea de la mejor manera posible, poco a poco vamos adquiriendo costumbres y dejamos de planteárnoslo todo como si fuese nuevo, como si fuera un campo abonado para la creatividad. También esto es necesario, por supuesto, pero si de niños hemos trabajado bien la zona del cerebro creativo, de mayores nos será mucho más fácil ponerla a trabajar cuando la necesitemos, incluso ayudando a que se active conscientemente. Y, como todos saben, la creatividad la necesitamos a menudo para resolver muchos problemas de nuestra vida diaria, a los que quizá no nos hemos enfrentado nunca.

Poco a poco perdemos pensamiento creativo con respecto a todo lo que ya sabemos; sin embargo, y aquí radica, pienso, la clave de la cuestión, podemos mantener este pensamiento creativo ante cualquier novedad que se nos presente –o que presentemos a nuestros alumnos–. Fíjense en que seguimos

dando vueltas sobre los mismos temas. La búsqueda de novedades, aparte de todo lo que ya he dicho, estimula el pensamiento creativo y, de rebote, la motivación, el optimismo, etcétera, con la gracia de que cualquiera de estos elementos tira de los demás (la motivación activa la búsqueda de novedades, la creatividad y el optimismo; el optimismo activa la motivación, la búsqueda de novedades, etcétera).

8

¿Hay «trucos» para ayudar a mantener el pensamiento creativo? Por supuesto que los hay, y son todos tan lógicos que ya los practicamos habitualmente con nuestros alumnos. Para educar en creatividad hay que potenciar la fluidez en la producción de ideas, alternativas o soluciones, dado que cuantas más ideas se produzcan más probable será hallar una solución útil. Una de las herramientas más utilizadas para aumentar la fluidez es el llamado *brainstorming* o lluvia de ideas, durante el cual las personas implicadas generan ideas no convencionales mediante la supresión del procedimiento habitual de criticarlas o rechazarlas de manera inmediata. Por cierto, la crítica y el rechazo inmediatos son responsables de buena parte del bloqueo creativo (recuerden el tema de la plasticidad neural y de la importancia de la aceptación social).

Piensen que se puede aplicar a todas las edades, y que puede hacerse de muchos otros modos, por ejemplo, fomentando la opinión, el diálogo y la argumentación, aspectos que tienen una buena dosis de creatividad, dado que incluyen la valoración crítica de situaciones, la búsqueda de conexiones entre elementos aparentemente no vinculados, etcétera. He hablado ya de las clasificaciones en los niños más pequeños, y habría que añadir, por ejemplo, la interpretación crítica del entorno (salir fuera para disfrutar y experimentar), y, sobre todo, el juego. El juego, cuando no está guiado, es siempre creativo. También el humor es creativo, y practicarlo estimula la creatividad. ¿Saben por qué? Es muy simple. Un buen chiste es aquel que nos plantea una situación que tiene un desenlace aparente muy lógico. Esto hace que el cerebro se adelante a la explicación del desenlace y, justo en ese momento,

quien explica el chiste cambia la dirección de su discurso y ofrece un desenlace alternativo completamente diferente. Para el oyente, o para el lector del chiste, este cambio genera un conflicto cognitivo (en el sentido de que no coincide lo que había anticipado con lo que realmente sucede) y, en consecuencia, se produce un fogonazo de pensamiento divergente. Y el pensamiento divergente es creativo. Necesariamente el cerebro busca congeniar lo que había anticipado con lo que realmente es, y, cuando lo consigue, nota placer y lo comunica exteriormente con una sonrisa (o con una carcajada).

Y todavía hay otro elemento importante para favorecer el pensamiento creativo: tener tiempo para pensar, para dejar que el cerebro «viaje» solo hacia sus interioridades. Debemos tener tiempo para estar relajados y para distraernos. Cuando alguien se distrae, deja de presionar el cerebro, y así es como la corteza prefrontal tiene más libertad para establecer conexiones nuevas, para encontrar relaciones donde antes no las había visto. De hecho, hay trabajos muy interesantes que indican que el momento en que los adultos somos más creativos es cuando estamos cansados. ¿Saben por qué? Pues porque cuando estamos cansados, la corteza frontal del cerebro, que es la que está pendiente de todas las informaciones que nos llegan nuevas del exterior, pierde eficiencia de funcionamiento y libera la corteza prefrontal (en el sentido de que ejerce menos control sobre ella), que es donde se generan los pensamientos creativos.

> Para fomentar el pensamiento creativo debemos tener tiempo para pensar, para estar relajados y para distraernos.

Por supuesto que no es necesario que cansemos a nuestros alumnos con la intención de que sean creativos, ya que el cansancio dificulta la ejecución de muchos otros procesos mentales. En cierto modo, el efecto de tener tiempo para distraernos y aburrirnos (en el sentido de no tener una actividad planificada que hacer) es similar al del cansancio: si lo que hay fuera no nos

interesa, dejamos de poner atención y liberamos la parte creativa del cerebro. Y estar relajados también ejerce un efecto similar. Cuando estamos relajados, o cuando generamos un ambiente para que nuestros alumnos se sientan relajados pero motivados (recuerde que la creatividad necesita también motivación), favorecemos el buen funcionamiento del cerebro creativo.

9

Por último, quiero ofrecerles una prueba de que la creatividad es consustancial a nuestra especie, y no solo eso, sino que forma parte de nuestro kit básico de supervivencia. Cualquier aspecto de nuestra vida que sea clave para la supervivencia, nuestra biología lo recompensa con placer, para favorecer que lo realicemos. En este sentido, se pueden distinguir tres tipos generales de placer, que se relacionan entre ellos por los neurotransmisores y las redes neurales implicadas. Primero, el placer físico, que es lo que notamos cuando comemos o practicamos sexo (si no comiéramos, moriríamos, y si no nos reprodujéramos, la especie se extinguiría). Todos los animales tienen este mecanismo de placer.

Segundo, el placer social, que es lo que notamos cuando estamos con otras personas (somos una especie social y de manera aislada nadie sobreviviría). Todos los animales sociales poseen también este segundo tipo de placer. Además, los humanos hemos sociabilizado también los placeres primarios, como la comida y el sexo. Por eso, siempre que podemos, preferimos comer acompañados, y el sexo se ha convertido en un poderoso generador de vínculos sociales. Y, finalmente, el placer intelectual, que es lo que notamos cuando aprendemos algo que nos resulta útil, cuando creamos algo nuevo o cuando estamos motivados con algún proyecto de futuro. Aprender cosas nuevas que sean útiles, ser creativos y estar motivados, con todas las otras relaciones que ello conlleva –optimismo, búsqueda de novedades, etcétera–, ¡forma parte de nuestro kit de supervivencia como individuos, como sociedad y como especie! Y el nexo de unión es el placer. Curiosamente se ha observado que, en los niños, aprender palabras nuevas activa los centros del placer, para favorecer biológicamente que aprendan a hablar.

Visto desde otra perspectiva: para favorecer todos estos procesos, es preciso hacerlo desde el placer. Debemos educar a través del placer –una emoción primaria, asimismo–. Pero eso ya lo había dicho, ¿verdad?

> El fomento de la creatividad, la motivación y el aprendizaje en general debemos abordarlos desde el placer.

14. ¿La imitación tiene valor educativo? ¿Qué importancia tienen los modelos que ofrecemos? En consecuencia, ¿qué debemos ser, enseñantes o aprendices?

Espero que todo lo que estoy contando les motive y les estimule a continuar con esta tarea tan imprescindible y apasionante que es la educación. El capítulo anterior ha sido un poco largo, ya lo sé, pero para compensar este será mucho más corto. Tal parece lógico hacerlo así, ¿verdad? Pues bien, lo siento, no lo he hecho a propósito. ¡Es simple casualidad!

La sorpresa y el humor activan la atención, y el humor, además, también estimula el pensamiento creativo. He hablado de ello en capítulos anteriores. Bueno, no sé si el inicio de este capítulo les ha hecho mucha gracia, pero la intención del párrafo anterior era provocarles una leve sonrisa. Es una estrategia que he utilizado varias veces en este libro, pero son ustedes los que tienen que decir si lo he conseguido o no. Y es que, como dice el refrán, «hay que predicar con el ejemplo». ¿Saben por qué?

1

Como ya he hecho otras veces, antes de explicarlo les propongo un «experimento». Busquen a un bebé de pocas semanas e intenten hacerle sonreír haciendo muecas y sacándole la lengua. Sáquenle la lengua una, dos, tres veces, las que sea necesario. Ella o él les mirará fijamente, sin perder ningún detalle de lo que están haciendo hasta que, finalmente, en vez de sonreír sacará la lengua. No habrán conseguido que sonría, pero sí que les imite. Entonces, probablemente a ustedes les hará gracia, y sonreirán. Y ella o

él les volverá a imitar y entonces sí que sonreirá (aunque posiblemente ustedes pensarán que el bebé sonríe porque le han hecho gracia sus expresiones). Si lo que querían era hacerlo sonreír, lo hubiesen conseguido antes si directamente le hubieran sonreído ustedes. Propongo este experimento porque, uno de los primeros centros de interés de los bebés, lo que más les llama la atención, son las caras, por encima de cualquier otra cosa. Instintivamente, solo nacer empiezan a socializar, y la mejor manera de hacerlo es a través de la observación de las caras de otras personas, especialmente –pero no únicamente– la de sus padres. Les atraen las líneas curvas de los rostros, los contrastes de luces y sombras que genera la fisonomía, y la nariz, que sobresale en una tercera dimensión que aún no controlan –por eso siempre intentan cogerla con sus pequeños deditos y sus uñitas afiladas–. Según diversos estudios, solo treinta y seis horas después de nacer ya muestran una preferencia clara por el rostro de su madre o de la persona que más le cuide, en comparación con el de personas desconocidas, y prefieren observar las cosas que hacen las personas antes que las que hacen, por ejemplo, los animales o los objetos en movimiento. Todo en nombre de la imitación de sus iguales.

Uno de los aspectos cruciales de la educación es la imitación. Es la base del aprendizaje por observación –que implica imitar lo que observamos–, y tiene una importancia capital en la influencia que tienen los modelos familiares y sociales sobre el comportamiento de los niños y los adolescentes. Las personas somos unos imitadores natos. Imitamos lo que vemos hacer a los demás, lo que les oímos decir e, incluso, lo que nos parece que sienten. Lo hacemos desde que nacemos y no dejamos de hacerlo nunca, aunque hay épocas de la vida en que este proceso de imitación está mucho más arraigado en el funcionamiento del cerebro, como en la infancia y en la adolescencia. No es casualidad; es la época en que los programas genéticos del cerebro le estimulan a aprender todo lo posible de las otras personas y del entorno, siempre en beneficio de la supervivencia. Imitamos a las personas que admiramos y rechazamos imitar a las que no nos gustan, pero puede que también las acabemos imitando, aunque sea sin querer. Y con todo ello contribuimos a crear nuestra auténtica personalidad, aparentemente única e

inimitable, a pesar de que muchos de los aspectos que la forman serán imitados por otras personas –lo cual no quita que siga siendo única.

2

¿Qué consiguen los niños y los adolescentes con tanta imitación? La respuesta es obvia: aprender cosas nuevas de las personas que tienen a su alrededor, para adaptarse al ambiente natural, cultural y social donde viven. Sencillamente, si una persona mayor muestra unos comportamientos que le resultan útiles en el ambiente donde vive, ¿por qué no deberían ser útiles también a los más jóvenes? Por eso el cerebro está biológicamente preparado para la imitación. Esta capacidad es muy útil de cara al aprendizaje. Pero también favorece que se perpetúen estereotipos sociales y familiares menos deseables, como el sexismo, el racismo o el clasismo, entre otros, lo que implica que tengamos que ser muy conscientes, como educadores, pero también como sociedad, del uso que hacemos de la capacidad de imitación, es decir, de los modelos que transmitimos, a menudo de manera no consciente y con el ejemplo diario. Los estereotipos que salen en determinados programas de televisión son un vivo ejemplo de lo que estoy comentando. Sus defensores dicen que reflejan la sociedad, y posiblemente sea cierto, si lo puntualizamos diciendo que reflejan algunos grupos humanos; pero su efecto multiplicador sobre otros grupos, a través del efecto imitador que provocan, es innegable. Se nutren de la sociedad, pero al mismo tiempo crean un determinado tipo de sociedad. También los educadores nos nutrimos de la sociedad (formamos parte de ella, obviamente) y creamos sociedad con los modelos que proporcionamos.

Esta gran capacidad de imitación se sustenta en un grupo de neuronas que se llaman *neuronas espejo*, las cuales se encuentran diseminadas por muchos lugares del cerebro. Por este motivo a algunos investigadores no les gusta hablar de neuronas espejo y prefieren decir que todo el cerebro se comporta como un gran espejo, pero a efectos prácticos es lo mismo. Se encuentran en las zonas motoras, en los centros del lenguaje, de la empatía, del control emocional, de la creatividad, del control ejecutivo, etcétera. Por eso somos

capaces de reproducir fantásticamente bien, y de manera preconsciente, los movimientos y expresiones que vemos realizar a otras personas, y también las emociones y sentimientos. Las neuronas espejo contribuyen a todos nuestros aprendizajes sociales –es el experimento que les he propuesto al inicio del capítulo– y nos permiten imitar las acciones, los comportamientos e incluso las emociones de los demás. Sin embargo, un ambiente social o familiar donde se escondan las emociones, o donde las emociones y los sentimientos de los demás se utilicen para sacar provecho o para hacer burla o befa, dificulta el aprendizaje de esta habilidad.

3

Las neuronas espejo también son en parte responsables de otra fantástica característica humana, la empatía. Si podemos reproducir en nuestra mente las emociones de los demás, una vez hemos aprendido qué significan, cuando vemos el dolor físico o emocional que experimenta otra persona, o su rabia, miedo, odio, ternura, impotencia, etcétera, podemos «ponernos en su piel» y sentir lo mismo que ella siente; podemos sentir empatía. Y aún hay más, porque las neuronas espejo incluso nos permiten reproducir mentalmente acciones que leemos o escuchamos, como si realmente las estuviéramos viendo hacer a otra persona o como si fuéramos nosotros mismos quienes las estuviésemos ejecutando. Por eso leer buena literatura, adecuada a cada edad, es una fantástica fuente de aprendizajes.

4

La historia de las posibilidades que nos abren estas neuronas tampoco termina aquí, porque se ha visto que también nos permiten predecir el contexto social a partir de unos pocos datos significativos. Dicho de otro modo, cuando la acción que reflejan se encuentra inmersa en un contexto más amplio, asimilan el contexto, de tal modo que, cuando después vemos solo una parte de la acción, el cerebro es capaz de hacerse una idea del todo, extrapolando los datos que faltan. No solo reflejan las acciones de los demás,

sino que también nos permiten adentrarnos en su mente para conocer su intención, el contexto mental en el que –o por el cual– han hecho aquella acción, a partir de unos pocos datos significativos. Y eso incluye su estado de ánimo y sus intenciones.

Las implicaciones para la educación son impresionantes y justifican la gran importancia de los modelos familiares, sociales, culturales, educativos, etcétera, en la formación de las personas. Y también permiten explicar la dificultad de romper con la inercia social en cuanto a la transmisión de los comportamientos estereotipados, que se mantienen por imitación preconsciente. Sin embargo, conocer el motivo y reflexionar sobre ello implica que podemos empezar a remediarlo. ¿De qué modo? Como educadores, es necesario que lo que decimos coincida con lo que pensamos y con lo que hacemos, incluidas nuestras actitudes más inconscientes, porque nuestros alumnos sabrán e imitarán, aunque sea de manera preconsciente, lo que pensamos y hacemos (y no lo que decimos).

Es necesario que lo que decimos coincida con lo que pensamos y hacemos, porque nuestros alumnos lo sabrán y lo imitarán. Para ello debemos pensar lo que queremos transmitir, muy especialmente en cuanto a las actitudes, como la motivación, el interés por aprender, el respeto, etcétera.

Por ejemplo, si queremos motivar a nuestros alumnos, no basta con decirles que deben motivarse, que la ciencia, la literatura, la historia o lo que sea les harán vibrar porque son muy interesantes. Debemos vibrar nosotros con lo que les enseñamos, y se lo tenemos que demostrar. Somos nosotros los primeros que tenemos que estar motivados si queremos que nuestros alumnos se motiven y vibren; somos nosotros los primeros que debemos interesarnos por lo que queremos transmitir; somos nosotros los primeros que debemos aprender a aprender cuando estamos en el aula. Es así como se transmiten las actitudes, por imitación, predicando con el ejemplo. No les podemos pedir

que estudien muchas horas en casa y que lo hagan con gusto si nosotros no estaríamos dispuestos a hacerlo. No les podemos pedir respeto si nosotros no les respetamos, y si no nos respetamos entre nosotros dentro de los equipos docentes. No les podemos exigir que valoren asertivamente a sus compañeros si nosotros no los valoramos a todos asertivamente.

Ya imagino lo que deben estar pensando. Que todo esto, de una manera u otra, ya tendemos a hacerlo, y que aun así no siempre es fácil motivarlos y educarlos en el respeto. Es que no lo tenemos fácil, porque no somos en absoluto los únicos modelos a imitar. «Competimos» con la sociedad, la cual no siempre muestra los mejores modelos. Por eso nuestro trabajo es tan importante, indispensable. Y por eso es tan importante que reflexionemos sobre los modelos que ofrecemos, sabiendo que no serán nunca los únicos que recibirán. Pero el simple hecho de ofrecerles modelos alternativos les hará crecer como personas.

5

En este sentido, los educadores debemos ser siempre aprendices, no enseñantes. Pero no en el sentido de que tengamos que aprender muchas cosas nuevas. Obviamente siempre estamos aprendiendo cosas –espero que este libro, sin ir más lejos, les esté ofreciendo ideas para reflexionar, siempre desde la crítica razonada y nunca como hechos dogmáticos–, y seguro que a menudo o de vez en cuando asistimos a cursos, participamos en grupos de reflexión e innovación pedagógica, leemos libros y miramos documentales, etcétera. Todo ello ya lo hacemos, pero, cuando digo que debemos ser aprendices, me refiero a nuestra actitud ante los alumnos. Si nos comportamos como enseñantes, estimularemos sus circuitos neurales de «enseñar». Si nos comportamos como aprendices, indiscutiblemente con un rol diferente al suyo, les estaremos estimulando inconscientemente a aprender, hacia el progreso constante.

15. ¿Se aprende conscientemente o preconscientemente? ¿Es necesario ser autoconscientes para aprender?

En parte, esta pregunta ya la he ido contestando en algunos de los capítulos precedentes, si bien de manera fragmentada. He hablado de la importancia de las emociones en los aprendizajes, del papel de la imitación, de la colaboración y la cooperación, además del trabajo individual, como reflejo de los componentes sociales del cerebro, etcétera. Aunque conviene que los educadores seamos conscientes de todos estos procesos en nuestra práctica educativa, muchos de los conocimientos y actitudes que transmitimos son recibidos por nuestros alumnos de forma preconsciente. Y debemos ser conscientes de este hecho. Sin embargo, si reflexionan, si los alumnos se hacen conscientes de los aprendizajes, si trabajamos su autoconciencia y su reflexividad atencional, sin duda todo lo que aprendan, en cualquier ámbito, les será mucho más fructífero. En este capítulo quiero hablar un poco de qué es eso de la conciencia y la autoconciencia. La conclusión final será clara: hay que educar también en la autoconciencia, en la capacidad de ser conscientes de los propios aprendizajes. El reto no es sencillo, pero justamente por eso quizá sea uno de los más motivadores.

1

En el pronaos del templo griego de Apolo en Delfos se encontraba inscrito el lema «Conócete a ti mismo». Conocer es tener una idea más o menos completa de algo y de sus características. Autoconocerse es, por tanto, realizar una mirada introspectiva y reflexiva hacia el interior de la propia mente y de los propios procesos mentales, lo que obliga a una necesaria

capacidad de autocrítica para profundizar en la libertad interior que permite la propia reflexividad. ¿Y no es esta libertad la mejor puerta hacia la dignidad, el objetivo que propongo para la educación?

La mente es probablemente lo más familiar y propio que poseemos, aquello con lo que cada uno se identifica mejor y que, al mismo tiempo, le permite ser consciente de su identidad única y diferencial. Excepto en determinados estados patológicos en los que se produce una clara disociación de las percepciones, toda persona es capaz de identificar sus pensamientos como propios, su ser como diferente de los demás. Es lo que nos permite afirmar en contextos sociales «yo soy» sin olvidar el «nosotros somos», y diferenciarlos de «tú eres» o «él es» y «ustedes son» o «ellos son». Si mezclásemos estas identidades individuales y grupales estaríamos diciendo, por ejemplo, «yo somos», una extensión de la personalidad individual hacia la colectividad que, en cierta medida, se puede detectar en las personas propensas al totalitarismo, que identifican su voluntad y sus deseos con los de los demás. O bien «nosotros soy» o «ellos soy», en sentido contrario, de sumisión al grupo.

2

La conciencia surge de la integración discreta de las percepciones sensoriales, pero va mucho más allá. Imaginemos, por ejemplo, una mañana soleada. Suena el despertador. Los primeros rayos de sol entran en nuestra habitación, calientan nuestra piel y notamos el olor a café que ha preparado esa persona que es tan especial para nosotros. Seamos honestos: nada de eso existe como tal, y es solo el producto de nuestra mente, un constructo que el cerebro genera para que percibamos de manera correcta, integrada y sobre todo adaptativa las diferentes formas de energía y materia que circundan nuestro entorno, en relación a nosotros mismos y a los demás. Fuera de nuestra mente no hay luz, sino energía electromagnética; ni sonidos, solo vibraciones de la materia; ni olor a café, solo partículas volátiles; e incluso los atributos que hacen que esa persona sea tan especial para nosotros son «simples» patrones de conducta preconscientes que se generan en su mayor parte en la amígdala,

la encargada de generar las emociones. Los órganos de los sentidos han captado toda esa información y la han transmitido a regiones concretas del cerebro. Entonces este lo ha integrado todo en una percepción única y discreta, a la que ha añadido deducciones propias, fruto de las memorias de experiencias anteriores, como la hipotética presencia junto a la taza de café de esa persona tan especial. Y el conjunto de todo ello es lo que nos ha generado la agradable sensación de bienestar. Y sin proponérnoslo, es decir, sin analizarlo expresamente, hemos sido conscientes del resultado final de este proceso. El funcionamiento integrado del cerebro ha generado un conjunto de funciones mentales integradas.

Seamos ahora algo más sistemáticos. La conciencia es el estado de la mente que permite darnos cuenta de las cosas que pasan a nuestro alrededor y en nuestro interior, por oposición a lo que ocurre cuando dormimos o estamos anestesiados. Este hecho no quita que algunos o muchos procesos mentales se produzcan de manera automática y preconsciente, en el sentido de que ni los racionalizamos ni los provocamos de manera específica. Esto es precisamente lo que distingue la conciencia de la autoconciencia. La autoconciencia consiste en analizar de manera deliberada fragmentos de toda esa actividad preconsciente para hacerlos conscientes, no de forma constante y completa, lo cual sería absolutamente imposible, sino solo cuando decidimos autoexaminar algún aspecto de nuestra mente. Es lo que hacemos cuando reflexionamos sobre cualquier aprendizaje que hemos realizado, cuando recuperamos recuerdos a voluntad, cuando buscamos otras explicaciones o consecuencias relacionadas con algún hecho que conocemos o hemos vivido.

Todos estos pensamientos, hechos de manera consciente, modelan también nuestro cerebro y lo cambian, ya que activan la plasticidad neural y permiten establecer nuevas conexiones que amplían la red neural donde se sustentaba ese aprendizaje. Dicho de otro modo, y aplicado a nuestros alumnos, si favorecemos ratos de quietud para que analicen de manera consciente los contenidos que les transmitimos a todos los niveles, también actitudinales, estaremos facilitando no solo la consolidación de esos conocimientos, sino también su capacidad de crítica y de autocrítica, esenciales para crecer en dignidad.

3

La conciencia presenta una serie de características que merece la pena considerar, ya que en ellas se sustenta la autoconciencia. En primer lugar, aunque se genera por la agregación dinámica de muchos componentes diferentes procedentes de los órganos de los sentidos y de la interpretación e integración que realiza el cerebro a través de sus redes neurales, se presenta siempre como un estado unificado. En sí mismo, esto implica que la conciencia tiene un alto grado de ilusoria, en el sentido de irreal o ficticia, ya que el cerebro procesa los diferentes estímulos sensoriales y sus cambios a distinta velocidad. Y una vez procesados los interpreta y los integra para proporcionar una sensación de realidad única que nos resulte coherente –recordemos el ejemplo de la taza de café–. Para ello, al cerebro no le queda más remedio que manipular la información, alterarla. En una secuencia visual, por ejemplo, los cambios de color son detectados unas 75 milésimas de segundo antes que los cambios en el movimiento, pero las diferentes áreas del cerebro implicadas en la visión hacen que estas informaciones se integren y acompasen en una percepción única y coherente. En caso contrario, si por ejemplo viéramos pasar un coche rojo a toda velocidad por delante de una pared azul, primero nos parecería que el coche cambia de color, de rojo a azul, y después lo veríamos desaparecer. Esta pequeña estratagema cerebral implica, literalmente, manipular la información; de hecho, muchos trucos de magia sacan provecho de esta característica de la conciencia para hacer creer al observador algo que no ha sucedido, o para ocultar lo que realmente sucede. Durante mucho tiempo, el análisis de los trucos de magia ha sido una magnífica fuente de datos para los neurocientíficos para estudiar algunas características cerebrales.

Pero la manipulación puede ser aún más profunda. También se ha observado que, por ejemplo, cuando la retina transmite una imagen borrosa a la corteza visual del cerebro y esta la transmite a la zona de integración donde se encajan las diferentes percepciones para generar un estado mental unificado, denominada área de integración, el cerebro reinterpreta las imágenes borrosas en función de las experiencias previas y al contexto

emocional y racional de ese instante, y entonces vuelve literalmente a proyectar la imagen de una manera mucho más nítida sobre la misma zona receptiva de la corteza visual. Es esta imagen manipulada la que finalmente se nos hace consciente, no la inicialmente borrosa, aunque el resultado final no se corresponda completamente con la realidad externa. Dicho de otro modo, el cerebro no solo intenta interpretar la realidad de la forma más precisa posible, sino que también, y sobre todo, promueve que esta interpretación y las respuestas que acabe dando sean consistentes con las preconcepciones que tenía de la realidad. Aplicado a nuestras aulas: todo lo que transmitimos a nuestros alumnos les llega siempre filtrado y modificado por su mente, por la preconcepción que tenían de lo que estamos explicando y por sus deseos y expectativas, tanto a nivel conceptual como actitudinal, incluidos los correlatos emocionales. Por eso ninguna estrategia pedagógica funciona del mismo modo en todas las personas, y también por eso es necesario que adaptemos nuestra metodología a cada situación concreta. En este sentido precisamente les he pedido, en varias ocasiones, que sean críticos con lo que estoy explicando.

> El cerebro manipula la información que recibe para volverla congruente a su realidad preconcebida. Por eso ninguna estrategia pedagógica funciona del mismo modo en todas las personas y es necesario adaptar las metodologías a la mente de los alumnos.

4

La autoconciencia, en cambio, es el proceso mental que nos permite ser conscientes de que somos conscientes. En consecuencia, es el proceso mental a partir del cual podemos reflexionar sobre nuestra propia mente y sobre nuestros propios pensamientos, analizar nuestra interioridad y nuestro propio «yo». La autoconciencia nos dota de una extraordinaria capacidad para interpretar el mundo y responder reflexivamente a sus novedades e incertidumbres, ya que nos permite alterar los patrones de conducta

preconscientes –de hecho, es la única manera de alterarlos de forma voluntaria y reflexiva, no conductista–. Incluso nos permite reflexionar sobre si la realidad que percibimos es la que realmente hay fuera de nosotros o hasta qué punto se trata de una reinterpretación para volverla coherente con el resto de entradas sensoriales, con nuestra experiencia previa e incluso con nuestros deseos y expectativas, como he mencionado hace unos párrafos.

> La autoconciencia es necesaria para interpretar el mundo y responder reflexivamente a sus novedades e incertidumbres, y permite alterar los patrones de conducta preconscientes de manera reflexiva.

Desde el punto de vista evolutivo, se considera que el nivel de autoconciencia se ha ido incrementando en el transcurso del linaje humano como una manera de percibir la propia individualidad en sociedades cada vez más complejas, dentro de las cuales es necesario sentirse integrado y copartícipe, pero al mismo tiempo único e individualizado, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, en las sociedades de insectos, donde cada individuo se comporta como si fuera un elemento no autónomo de un organismo de rango superior. Volvemos a dar vueltas a los mismos temas, en esta ocasión a la importancia de la sociedad y de la vida grupal en relación a la autoconciencia. Dicho de otro modo, favorecer el trabajo autoconsciente contribuye a la integración de los alumnos en la sociedad y, al mismo tiempo, al mantenimiento de su individualidad, en el sentido de que son más críticos y menos manipulables y se muestran más dispuestos a la colaboración y a la cooperación.

5

Hay varias áreas cerebrales implicadas en la conciencia y en la autoconciencia, todas necesarias, pero ninguna suficiente por sí misma. Cuando alguna de las áreas receptivas del cerebro es estimulada por los correspondientes órganos de los sentidos, envía una señal hacia el tálamo,

una estructura neural que tiene la función de «decidir» qué estímulos son relevantes y deben ser tenidos en cuenta y cuáles son triviales y pueden ser ignorados. Viene a ser como un detector de humo para prevenir incendios, que se activa y emite una alarma solo cuando detecta una cierta cantidad de humo. Este centro atencional, del que hablé precisamente en relación al tema de la atención, está conectado con regiones muy diversas del cerebro, entre las que cabe destacar la omnipresente corteza prefrontal, que gestiona la capacidad de razonar, planificar el futuro y tomar decisiones, y con el hipocampo y la amígdala, que, como sabemos, constituyen el centro gestor de la memoria y el centro generador de las emociones respectivamente. Estas dos últimas conexiones aportan las experiencias previas y los estados emocionales a la percepción consciente, lo que permite que el tálamo priorice las informaciones entrantes que sean significativas. Es decir, que priorice las informaciones en las que hemos de poner la suficiente atención para generar alguna respuesta concreta que facilite la adaptación del individuo a su entorno, en función de las experiencias previas y del estado emocional. Entonces, las percepciones que valora merecedoras de ser consideradas son transmitidas hacia la corteza cerebral, donde finalmente pueden hacerse conscientes y ser racionalizadas. ¿Por qué explico todo esto? Por un motivo muy simple. Para ser autoconscientes debemos estar atentos a nosotros mismos y a todo lo que recibimos del exterior. Para favorecer la autoconciencia de nuestros alumnos, es necesario, pues, favorecer un ambiente que les permita mantener ese nivel de atención.

Cabe distinguir, sin embargo, entre dos tipos diferentes de atención, la voluntaria y la refleja. La atención voluntaria es la habilidad de fijarnos en algo, ya sea un suceso externo o un pensamiento interno, de forma dirigida, para alcanzar un objetivo predeterminado. La atención refleja, en cambio, es la que se produce cuando una entrada sensorial preconsciente, tras ser procesada por el tálamo, capta nuestro interés. Datos neurofisiológicos indican que la autoconciencia utiliza las vías de la atención voluntaria para localizar sucesos mentales internos y tomar conciencia de ellos. Del mismo modo, también se ha observado que la atención refleja puede utilizarse en los procesos educativos para activar de forma general la conciencia, a través, por

ejemplo, de una imagen, un texto, etcétera, que de alguna manera «sacuda» la mente –en el sentido de que comporte una novedad suficientemente impactante para que se active el centro atencional del tálamo–. Es lo que sucede cuando generamos un conflicto cognitivo a los alumnos y cuestionamos los aprendizajes previos como instrumento pedagógico. Visto en conjunto, todo esto sugiere que, desde el punto de vista educativo, el trabajo de introspección precisa tanto de estrategias de atención voluntaria para centrarse en una parte concreta de los pensamientos conscientes como de atención refleja, para estimular la conciencia en su conjunto y así poder seleccionar los pensamientos o los procesos mentales sobre los que se quiera trabajar.

> A través de la autoconciencia se forman personas más críticas y más dignas con ellas mismas y con la sociedad en su conjunto.

Hemos hablado en varias ocasiones de la importancia de las emociones en la atención. Pues bien, desde el punto de vista educativo se pueden utilizar las emociones para estimular la atención y, a partir de ella, los procesos asociados a la conciencia, la reflexión, etcétera. ¿Sencillo? Para nada; quizás sea el aspecto más complejo de todos. Pero también es uno de los más apasionantes, porque a través de la autoconciencia estaremos formando personas más críticas y más dignas con ellas mismas y con los demás, con la sociedad en su conjunto, y con más capacidad para integrarse en ella de manera proactiva –y si fuera necesario transformarla. ¿No debería ser esta la aspiración máxima de la educación?

16. ¿Cuál es el enemigo número uno de la educación? ¿Y cuáles son sus principales aliados?

Esto se acaba (me refiero al libro), pero todavía nos quedan algunos flecos muy importantes por tratar. Me he pasado un montón de páginas hablando de cómo se desarrolla el cerebro, de plasticidad neural, imitación, motivación, atención, autoconciencia... Pero, ¿tiene el cerebro algún enemigo? Utilizando aquella famosa frase de la época de los gánsteres norteamericanos, ¿quién es «el enemigo número uno» de la educación, su Al Capone? Y si la educación tiene un «Al Capone», ¿quién será el «Eliot Ness» que lo detenga? Por si no están demasiado al caso de lo que sucedía en aquella época, Al Capone fue uno de los gánsteres más famosos, influyentes y sanguinarios de finales de la década de 1920 y principios de los años 30 que hizo fortuna con el contrabando de alcohol durante la ley seca. Y fue capturado por delitos fiscales gracias a la tenacidad del agente del tesoro Eliot Ness. La respuesta a esta pregunta puede ser muy directa: el enemigo número uno de la educación es el estrés, y los principales aliados que tienen que hacerle frente son el placer y la motivación. Quizás es una entrada de capítulo demasiado dramatizada, pero pienso que da una idea clara de estos aspectos.

1

Según un informe publicado en 2012 por la Sociedad Española de Estudios de Ansiedad y Estrés, un 8 % de los niños y un 20 % de los adolescentes tienen estrés crónico. Psicológicamente, el estrés es un estado de tensión aguda que manifiesta el organismo cuando tiene que reaccionar ante una situación que percibe como una amenaza. Desde el punto de vista fisiológico,

consiste en la activación de varias áreas del cerebro, como la amígdala, que ya sabemos que genera las emociones; el hipocampo, que también sabemos que es el centro que gestiona la memoria; la corteza prefrontal, que regula procesos cognitivos tales como la atención, la planificación y la resolución de problemas; y el hipotálamo, una glándula de la que aún no he hablado. El hipotálamo se encuentra en la base del cerebro y hace de vínculo entre el sistema nervioso y la producción hormonal, cuyo destino es regular la actividad fisiológica del resto del cuerpo. Hay que decir que el estrés *per se* no es perjudicial, sino todo lo contrario. El estrés puntual es crucial para la supervivencia individual.

Ante una posible amenaza, sea del tipo que sea –física o psicológica, social o ambiental, real o imaginada–, es necesario que el cuerpo y la mente respondan de manera rápida y con la máxima precisión posible. Como ya he comentado en diversas ocasiones, de eso se encargan las emociones, esos patrones de conducta predeterminados y preconscientes que se activan sin que nos demos cuenta –y de los que tomamos conciencia cuando ya se han empezado a manifestar, momento en que, si es menester, podemos reconducirlos–. Sin embargo, para transmitir esta respuesta al resto del cuerpo, no solo lo hacen a través del sistema nervioso, sino también de las secreciones neurohormonales del hipotálamo, y la consecuencia de todo ello es lo que denominamos *estrés*.

Una de las principales hormonas implicadas en el estrés es el cortisol. El cortisol altera el metabolismo celular y la gestión en sangre de sustancias energéticas de reserva, especialmente glucosa, con un objetivo muy claro: permitir que los músculos reciban más energía y la puedan utilizar rápidamente. Es comparable a lo que hacemos cuando vamos conduciendo por una carretera y vemos coches ante nosotros que podrían estar parados: tensamos los músculos de las piernas y de los brazos por si necesitamos frenar con rapidez o alterar la dirección de la marcha. Nos preparamos para responder, lo cual no implica que necesariamente tengamos que hacer ninguna de esas cosas. El estrés también prepara a nuestro cuerpo para responder, aunque al final no sea necesaria ninguna respuesta.

El estrés también afecta al cerebro. Concretamente, facilita que la atención se focalice en la posible amenaza, para anticipar nuestras reacciones tanto como sea posible. Como he dicho, en principio la capacidad de estresarnos es beneficiosa, porque nos permite reaccionar ante una situación de amenaza y afrontar los retos con más garantías de éxito. El estrés puntual, por lo tanto, no es un problema, tampoco para nuestros alumnos. De hecho, tener momentos puntuales de estrés incluso es formativo, dado que debemos aprender a gestionar ese estado, como cualquier otro aspecto de la vida mental. El problema surge cuando el estrés se convierte en crónico.

2

El estrés crónico altera el equilibrio neuroquímico del cerebro en las áreas mencionadas, y en los niños dificulta el aprendizaje y el control de la agresividad. Hasta hace poco, se pensaba que estos efectos eran transitorios, mientras duraba la situación de estrés, pero varios trabajos han dado un vuelco a la situación. Se ha visto, por ejemplo, que, en los niños, en los adolescentes y en los jóvenes de edades comprendidas entre 9 y 24 años sometidos a estrés crónico agudo, se producen alteraciones permanentes en las conexiones neurales, especialmente en la amígdala cerebral, las cuales favorecen que, de adultos, tengan problemas para manejar las emociones negativas y manifiesten una menor autoestima y autoconfianza, y una mayor predisposición a las reacciones agresivas. El estrés infantil y juvenil deja una huella prácticamente imborrable en el cerebro que puede afectar a su conducta durante toda su vida.

Aunque estos trabajos se han realizado examinando condiciones de estrés extremas, por ejemplo, vivir en ambientes de gran pobreza estructural o en un orfanato, los autores reconocen que otras situaciones de estrés más moderadas, pero igualmente crónicas, pueden tener efectos similares, como por ejemplo el provocado por situaciones de acoso o por un exceso de actividades extraescolares o de deberes.

> El estrés crónico produce alteraciones permanentes en las conexiones neurales, dificulta los aprendizajes y la plasticidad neural y favorece los estados depresivos.

3

La historia del estrés crónico, sin embargo, no termina aquí. Aparte de ser la causa de numerosas enfermedades que pueden afectar a varios órganos del cuerpo y al sistema inmunitario, hay tres consecuencias más relacionadas con la educación que debemos tener en cuenta. Por un lado, encontramos el hecho de que el estrés focalice la atención en un problema concreto, aquel que genera la situación de amenaza. He explicado en otros capítulos que cualquier aprendizaje que hagamos, si ocupa redes neurales más amplias y que se encuentren distribuidas por todo el cerebro, lo integraremos mejor y lo podremos utilizar con más eficiencia. Si tenemos toda la atención centrada en un solo punto, el efecto que conseguiremos será el opuesto, generar redes mucho más restringidas. El estrés crónico no permite el establecimiento de unas redes suficientemente amplias durante los aprendizajes.

Por otra parte, se ha observado que otro de los efectos del cortisol es disminuir la plasticidad neural. Dicho de otro modo, si para aprender cosas nuevas necesitamos establecer conexiones nuevas, el estrés lo impide porque limita esta capacidad. Y, además, incrementa la afectación de determinadas condiciones cerebrales, como el «famoso» TDAH (trastorno por déficit de atención e hiperactividad). ¿Saben por qué? Muy simple. Puesto que el estrés obliga al cerebro a estar pendiente de una sola cosa, cuando ofrecemos otros centros de interés, no los puede abordar bien, hecho que es percibido desde fuera como una falta de atención –falta de atención para lo que nosotros queremos, no para su foco de preocupación–. Y, en cuanto a la hiperactividad, el motivo es similar. Se ha comprobado que una de las acciones que ayuda a mantener la atención y la concentración es el movimiento muscular. Piensen un momento en su propia experiencia. Cuando necesitan estar muy concentrados en algo, ¿no tienen tendencia a mover más o menos compulsivamente una pierna, un dedo o un bolígrafo

entre los dedos? Pues eso mismo; un alumno estresado necesita moverse más para mantener la atención que le exigimos. Una advertencia, sin embargo, con respecto al tema de TDAH. Se discute mucho si es una afección real o si simplemente es un intento de medicalización. Muchas personas, por su constitución genética y neuronal, nunca manifestarán TDAH. Otras, también por su constitución genética y neuronal, tienen muchas posibilidades de manifestarlo. Y en otras se manifestará o no en función de las condiciones ambientales concretas en que se encuentren, básicamente según el estrés. ¿Qué quiero decir con esto? Que hay casos, los más acusados, en los que una medicación controlada por un médico es francamente muy útil. En todos, sin embargo, hay que disminuir el estrés, y esta disminución puede llegar a ser suficiente para aliviar los síntomas de los casos leves.

Finalmente, también se ha visto que el cortisol, por esta disminución en la plasticidad, favorece los estados depresivos, diametralmente opuestos al optimismo. Y el optimismo, como ya hemos dicho, se relaciona con la motivación, el placer, la creatividad... En definitiva, el estrés perjudica los aspectos más importantes en cualquier proceso de aprendizaje.

4

Si bien el estrés es el enemigo número uno de la educación y, por extensión, de cualquier aspecto de nuestra vida mental que nos haga crecer en dignidad, como ya he destacado, los principales aliados del aprendizaje y de los procesos educativos en general son el placer y la motivación. Podría volver a explicar muchas cosas de estos dos aspectos, pero lo único que haría sería repetir cosas que ya he explicado en capítulos anteriores. Permítanme, sin embargo, que destaque su importancia una vez más. El aprendizaje tiene que nutrirse de la motivación y el placer.

Por último, dado que he empezado el capítulo con unas frases un tanto dramatizadas, finalizo del mismo modo: «Viva el placer y la motivación, muera el estrés crónico».

17. ¿Tienen utilidad las «marías»? ¿Realmente tenemos que perder el tiempo con la música, la psicomotricidad y la plástica? ¿Y qué hay que decir de las nuevas tecnologías?

El tema de la neurociencia aplicada a la educación da mucho de sí, como espero haberles transmitido en las páginas precedentes, más de las que imaginaba cuando inicié este proyecto. Podríamos estar discutiendo muchos más temas, pero tarde o temprano es necesario acotarlo. Hubiera podido hablar de algunos de los trastornos más habituales a estas edades, como la dislexia y otras alteraciones de la lectoescritura, el TDAH (que he mencionado brevemente al hablar del estrés), la ansiedad, etcétera, pero honestamente no es mi especialidad y no me siento suficientemente preparado para hacerlo. Y para escribir vaguedades que seguramente no se terminen de ajustar del todo a la realidad, prefiero no decir nada. Ante una situación en la que percibimos que puede haber algún trastorno, no debemos intentar tirar por derecho. Ya hemos visto cómo afecta el ambiente al cerebro. Busquemos la ayuda de un profesional que valore la situación y nos aconseje y asesore.

Tras todo lo que hemos estado discutiendo, supongo que ya se habrán dado cuenta de la importancia de las materias académicamente más relevantes, como la lengua, las matemáticas y quizá alguna otra –una advertencia muy importante: ¡deberían leer esta última frase con un punto de ironía!–. En ningún caso quiero quitar importancia al aprendizaje de las lenguas y las matemáticas (disculpen si alguien se ha sentido ofendido), pero quiero plantear hasta qué punto pueden ser importantes otras materias que tradicionalmente se han considerado «marías». Serán unas reflexiones breves,

porque en todos los casos la conclusión será la misma. Las «marías» son cruciales para una educación integral, y en todos los casos benefician los aprendizajes que tradicionalmente se han considerado más relevantes. Entre todas, forman el esqueleto de lo que debe ser un proyecto educativo para crecer en dignidad.

1

Empecemos por la educación física y psicomotriz. Se sabe que hacer deporte con moderación favorece toda la fisiología corporal, el funcionamiento de todos los órganos y sistemas del cuerpo, especialmente el cardiovascular y el respiratorio, el esquelético (músculos, huesos y articulaciones) y todos los aspectos relacionados con la coordinación motora. Solo esta última parte ya da una idea de la importancia del deporte y la psicomotricidad, ya que la coordinación motora se genera y gestiona desde el cerebro, y por lo tanto trabajar estos aspectos enriquece la conectividad de las áreas implicadas. Trabajar el cuerpo sirve para trabajar el cerebro, en suma. Pero esto es solo la punta del iceberg.

Cuando hacemos deporte, o cuando nuestros alumnos practican algún deporte, el cuerpo genera directamente endorfinas, unas neurohormonas que proporcionan sensación de bienestar. Solo por eso ya podemos ver la relación directa que puede haber entre actividad física y aprendizaje intelectual, a través del placer. Pero aún seguimos en la punta del iceberg, porque el deporte también contribuye a destruir el cortisol, una de las principales hormonas asociadas al estrés. Ya he hablado de los problemas que conlleva el estrés crónico, por lo que pienso que resulta más que evidente la importancia del deporte para evitarlo o aliviarlo, en beneficio de la educación global. La historia, sin embargo, tampoco termina aquí.

Cuando hacemos deporte, los músculos producen una proteína que moviliza las grasas corporales para suministrarles la energía necesaria para realizar su actividad. Una vez ha movilizado las grasas, esta proteína se rompe por la mitad. Una parte se degrada y recicla y la otra parte, que se denomina *irisina*, viaja directamente al cerebro. Una vez dentro del cerebro,

la irisina activa la expresión de algunos genes, como si fuera un dedo pulsando un interruptor, entre los que destaca uno muy especial. Se denomina *BDNF* (las iniciales de *brain-derived neurotrofic factor*, o factor neurotrófico derivado del cerebro), y su función principal es, precisamente, ¡activar la plasticidad neural! Sí, lo han leído bien, hacer deporte activa la capacidad de las neuronas para establecer nuevas conexiones, su plasticidad. ¿Y no es precisamente en estas nuevas conexiones donde se van asentando los nuevos conocimientos, los aprendizajes que vamos realizando? Hacer deporte favorece los aprendizajes intelectuales. Es, por lo tanto, crucial para la educación integral de nuestros alumnos.

> La educación deportiva y psicomotriz favorece la plasticidad neural, disminuye el nivel de estrés e incrementa la sensación de bienestar, y ayuda al cerebro a categorizar las entradas sensoriales y las respuestas conductuales y a planificar el futuro.

En cuanto a la psicomotricidad, especialmente en los niños de Educación Infantil y Primaria, tiene todavía otro efecto añadido. La psicomotricidad implica el establecimiento previo, en el cerebro, de una secuencia de movimientos y la categorización del orden de los mismos. Pues bien, las zonas del cerebro que lo gestionan son las mismas que utilizamos después para planificar el futuro y buscar futuros alternativos, es decir, las de control ejecutivo y creatividad. Realizar trabajo psicomotriz «entrena» estas zonas del cerebro, en el sentido de que favorece el establecimiento de nuevas conexiones que después los alumnos podrán utilizar en muchos otros aspectos de su vida relacionados con el control ejecutivo y la creatividad.

2

Un aspecto relacionado que se ha empezado a poner de moda en algunos centros educativos, especialmente con los niños más pequeños, es la práctica

de actividades de relajación y concentración, como el yoga o el taichí (o el *mindfulness*, una denominación comercial que se nutre de las técnicas tradicionales de relajación y concentración). Todas estas actividades se basan en un estado de atención concentrada en un objeto externo, nuestro pensamiento o la conciencia misma (la autoconciencia de la que hablaba hace un par de capítulos). ¿Es solo una «moda»? Aparte de la importancia de la relajación para combatir el estrés y para favorecer el análisis de la interioridad y profundizar en la autoconciencia –que son objetivos sobradamente importantes y que, por sí mismos, ya justifican la utilidad de estas actividades–, se ha observado que la práctica regular de actividades de relajación y concentración tiene varios efectos muy interesantes para el cerebro.

Se ha comprobado que, como la práctica deportiva moderada, estas actividades también activan la plasticidad neural –imprescindible para los aprendizajes intelectuales–, mejoran la integración sensorial y motora, favorecen el control atencional y de la conciencia, incrementan la flexibilidad cognitiva –que es la capacidad de dar respuestas diferentes a un mismo problema y que se relaciona con la creatividad–, potencian el control y la maduración emocional, incrementan la empatía y optimizan el procesamiento cognitivo en la toma de decisiones. En definitiva, favorecen los procesos educativos, incluidos la memoria y el aprendizaje. Cada día deberíamos dedicar unos ratos, no necesariamente muy largos, a hacer deporte y actividades de relajación.

> Las actividades de relajación y concentración atencional tienen efectos muy positivos para los aprendizajes globales.

3

¿Y qué decir de la educación plástica? Ya lo comenté un poco en el capítulo 3. Allí expliqué que la manipulación manual fina repercute positivamente sobre las zonas que controlan el lenguaje, puesto que las redes neurales

implicadas son básicamente las mismas. De hecho, durante la evolución de nuestra especie se han reciclado para cumplir estas dos funciones. Los niños más pequeños necesitan hablar y que les animemos a hacerlo, claro que sí. Necesitan trabajar la lengua, pero también necesitan trabajar la manipulación manual, dado que favorece no solo el control motor de las manos, sino también el propio desarrollo del lenguaje. ¿Queremos que mejore su lenguaje? Trabajemos la lengua, pero no solo eso, hagámosles hacer manualidades tan a menudo como sea posible. Hay todavía otra relación entre estos dos tipos de tareas. La lengua es intrínsecamente creativa (cada frase que pronunciamos es un ejercicio de creatividad), y las manualidades estimulan la creatividad.

Como en el caso de la educación física y psicomotriz, esto que acabo de decir es solo una parte de la importancia de realizar actividades artísticas en el aula. Se ha visto que las artes plásticas mejoran las habilidades sociales, potencian la abstracción mental y mejoran el control emocional y la toma de decisiones. Ver arte y generar arte activa todas estas zonas del cerebro, y cada vez que las activamos estamos haciendo una especie de «gimnasia neuronal».

Además, el arte abstracto tiene la capacidad de liberar el cerebro de lo que se denomina *dominancia de la realidad*, lo cual le permite generar nuevas asociaciones emocionales y cognitivas, que son la base de la creatividad. ¿Hacen falta más motivos para justificar la importancia de estos aprendizajes para una educación integral, a cualquier edad (y adaptados a cada edad)?

4

Llega el turno de la música. En el capítulo 3 también hablé de ella brevemente, para desmitificar el dicho de que si un niño escucha las creaciones de un determinado músico será más inteligente. Pero esto no significa, en ningún caso, que la música sea innecesaria. Todo lo contrario. Cuando se examina el cerebro de personas que están escuchando música y se compara con el de personas que realizan otras actividades, se observa que la música es prácticamente la única actividad que activa, estimula y utiliza todo el cerebro. Y, como he dicho varias veces, cuanto más amplias sean las redes

neurales que sustentan un aprendizaje, mejor lo recordaremos y con más eficiencia lo podremos utilizar. Además, la música comparte algunas redes con otras actividades mentales, como la logicomatemática, la de toma de decisiones y el control ejecutivo, el lenguaje e, incluso, la corteza motora. Por eso cuando escuchamos música que tiene un cierto ritmo nos es difícil evitar ponernos a bailar, o al menos no podemos evitar seguir el ritmo con un pie, una pierna o una mano. Por lo tanto, escuchar música, disfrutarla y practicarla, es una de las gimnasias cerebrales más completas que hay. Además, se ha visto que la música estimula el sistema de recompensa del cerebro y hace sentir bien a las personas, mejora la atención y el autocontrol y, muy importante también, estimula las emociones, sin duda unos aspectos muy beneficiosos para la educación en general. Como en el caso de la educación deportiva, psicomotriz, plástica y artística, ¿son necesarias más razones para justificar la importancia de la música en los aprendizajes? Cada día deberíamos escuchar un poco de música para activar el cerebro, además de dedicar de vez en cuando ratos más largos para practicarla, por supuesto.

> La educación artística y plástica, y la educación musical, actúan sobre zonas muy amplias del cerebro y favorecen numerosos procesos cognitivos.

5

Y terminaremos hablando de un tema muy activo en los foros de discusión en educación. ¿Qué efecto tienen las nuevas tecnologías digitales sobre el cerebro? ¿Tenemos que restringirlas o debemos potenciarlas? Es un tema todavía abierto, con relativamente pocos datos suficientemente conclusivos. El motivo es simple. Para saber cómo afecta al cerebro el uso de tecnologías digitales hay que comparar la estructura y la función cerebral de personas nativas digitales con el de personas de la misma edad que no hayan tenido demasiado contacto con estas tecnologías. Las personas adultas, que somos inmigrantes digitales, no servimos en esta comparación, dado que nuestro cerebro tiene suficientes años más (por decirlo de manera suave) que el de los

nativos digitales, lo que es motivo de sobra para que la estructura y la función difieran, y, en consecuencia, esta comparación no permite obtener conclusiones suficientemente válidas. Una situación similar se produce cuando se compara la estructura y la función cerebral de personas nativas digitales con el de personas de la misma edad que no han tenido demasiado contacto con estas tecnologías, porque normalmente las personas que no han tenido a su alcance estas tecnologías tampoco han recibido tantos estímulos educativos, dada su situación sociocultural. Y este hecho añade una variable que ya sabemos que sí influye en los parámetros que se evaluan: la estructura y la funcionalidad del cerebro.

Sin embargo, los estudios de los que se dispone indican que los nativos digitales, a diferencia de los inmigrantes digitales, tienen más conexiones en la zona del cerebro que permite gestionar las informaciones entrantes, categorizarlas y evaluarlas de manera independiente y conjunta, y, en cambio, tienen menos conexiones en la zona que gestiona la memoria. El motivo es simple: la tecnología digital permite el acceso inmediato a muchas más fuentes de información, lo que provoca que el cerebro se adapte, mediante su plasticidad, a valorarlas y gestionarlas. En cambio, hemos externalizado en estas mismas tecnologías parte de la capacidad de memoria, por lo que estas conexiones no se potencian tanto. Todo esto es bastante claro y muy lógico. La pregunta debe ser, pues, si estos cambios son beneficiosos o perjudiciales.

Sin embargo, es una pregunta con «trampa», puesto que no tiene respuesta, ya que los términos *beneficioso* y *perjudicial* son subjetivos. Dependen del punto de referencia que establecemos. Beneficioso ¿respecto a qué? Perjudicial ¿en comparación a qué? El cerebro se adapta siempre a lo que encuentra, lo cual constituye la base de todos los aprendizajes. El cerebro de los que ahora somos educadores se adaptó al ambiente de cuando éramos estudiantes, y, lógicamente, el ambiente de hace cuarenta años era diferente al de hace veinte años, y este era también diferente al actual. Nuestro cerebro se sigue adaptando, claro que sí, pero también mantiene las estructuras de esa época. Y el ambiente en que se está formando el cerebro de nuestros alumnos es diferente al que encontrarán cuando sean adultos. Por eso es tan importante

aprender a aprender, adaptarnos a adaptarnos, encontrar motivación y placer en el hecho de progresar.

Si los nativos digitales tienen algunas conexiones ligeramente diferentes respecto a los inmigrantes digitales es para adaptarse al ambiente que se han encontrado, que es el que los adultos hemos generado. Lo único que se puede decir es que cualquier actividad, practicada con exceso o bien si es deficitaria, se aleja del óptimo deseable. Todo tiene y debe tener su medida. No podemos estar todo el día escuchando música, aunque sea la mejor gimnasia cerebral, ni practicando deporte, aunque active la plasticidad neural. Tampoco podemos estar todo el día dependiendo de las tecnologías digitales, ni prescindir de ellas por completo. ¿Dónde está ese punto justo? Seguro que se encuentra entre los dos extremos, pero aún queda trabajo para definir cuál es la mejor manera de utilizar el enorme poder de las tecnologías digitales en la educación, en este crecimiento en dignidad. Lo que sí está claro es que los niños tienen que jugar con la arena, tocar hojas, palos y piedras; chapotear en los charcos; jugar con construcciones y muñecos, con juegos de encaje y barro; deben pintar con pinceles y con los dedos, tienen que mancharse y lavarse, además de empezar a gestionar las nuevas tecnologías. Los pedagogos tienen, y seguirán teniendo, una importancia crucial para definir estas y muchas otras cuestiones relativas a la educación. Desde la neurociencia podemos y debemos contribuir a ello. Y todos los profesionales de la educación, y muy especialmente todos los alumnos, podemos y debemos sacar provecho de ello.

Conclusiones. Once aspectos clave del cerebro para profundizar en la práctica educativa

No es fácil extraer conclusiones cortas de un tema tan amplio como es el de la educación, aun habiéndola abordado desde una perspectiva muy concreta, la de la neurociencia. Por lo tanto me abstendré de hacerlo, pero sí quisiera, antes de finalizar, destacar once puntos que, derivados todos ellos de las preguntas y explicaciones que componen este libro, son cruciales para aplicar los conocimientos actuales de que disponemos sobre el cerebro en la práctica educativa diaria, sin parafernalias ni grandes cambios, desde el trabajo a menudo paciente y silencioso, pero constante y crucial, de todos y cada uno de los profesionales que de una manera u otra nos dedicamos a este campo.

1. El cerebro es un órgano en construcción y reconstrucción permanente. Parte de un sustrato genético y biológico ineludible y diferente para cada persona, pero se va construyendo por interacción con el ambiente. Se sustenta en la plasticidad neural, es decir, en la capacidad de establecer nuevas conexiones y de fortalecer las ya existentes, y es en estos patrones de conexiones donde se va almacenando todo lo que aprendemos.

   (Lo que equivale a decir que la educación altera físicamente las conexiones del cerebro, y, en consecuencia, según sea la educación estaremos generando personas más críticas y reflexivas, impulsivas o sumisas.)

2. Las conexiones que el cerebro percibe como más útiles y que, por lo tanto, mantiene más bien fijadas e integradas, son aquellas que incorporan aprendizajes que son bien valorados socialmente por los iguales, los profesores y los padres, puesto que una de las funciones

principales del cerebro es adaptar el comportamiento al entorno en el cual se vive –y en las personas el entorno social es crucial.

(Lo que equivale a decir que el refuerzo positivo es clave en los aprendizajes.)

3. Las conexiones que el cerebro percibe como más necesarias y que, por lo tanto, también mantiene más bien fijadas e integradas, son aquellas que incorporan aspectos emocionales, dado que las emociones se relacionan directamente con la supervivencia. Por eso los aprendizajes emocionales son mucho más significativos que los no emocionales.

   (Lo que equivale a decir que se deben utilizar estrategias educativas que generen emociones «positivas», para que, de forma preconsciente, se asocie aprendizaje a placer.)

4. El número y la calidad de las conexiones neurales que sustentan los aprendizajes dependen del uso que se haga del cerebro.

   (Es decir, un niño o un adolescente estimulado –pero jamás sobreestimulado–, que pueda decidir, examinar, evaluar, relacionar, memorizar, buscar novedades, etcétera., y que sienta la necesidad motivadora de hacerlo, establecerá ya de inicio un mejor sustrato neuronal para ir fijando los nuevos aprendizajes.)

5. Durante la evolución de los homínidos, el cerebro se ha adaptado a vivir en sociedad y a aprender de la sociedad y dentro de la sociedad, donde cada individuo aporta una parte de sí mismo a la supervivencia del grupo. Por eso los aprendizajes cooperativos y colaborativos son más significativos para los alumnos e implican la activación de muchas más redes neurales.

   (O, dicho de otro modo, debemos favorecer en lo posible los aprendizajes colaborativos y cooperativos, lo que no significa establecer grupos en los que todos sus miembros hagan lo mismo, sino que cada persona o cada subgrupo debe aportar una parte imprescindible para el conocimiento final.)

6. Las novedades y las sorpresas inesperadas captan la atención mediante un mecanismo automático del cerebro que permite centrar

los pensamientos y las respuestas en el problema planteado.

(Dicho de otro modo, si queremos captar la atención de los alumnos, tenemos que hacer que las clases sean ricas y plurales, incorporando novedades y elementos que les causen sorpresa, para que poco a poco sean capaces de ir gestionando su capacidad de mantener voluntariamente la atención a medida que van madurando.)

7. La motivación es una reacción fisiológica y mental energizante, que permite fijar y mantener la atención y que se relaciona con el optimismo. Es una de las piezas clave de la educación, el detonante del «aprender a aprender».

   (Es decir, uno de los objetivos prioritarios de nuestra docencia debe ser estimular la motivación de los alumnos y mostrarles modelos para que aprendan a motivarse solos.)

8. Las actitudes se aprenden por imitación, gracias a una población específica de neuronas que se denominan neuronas espejo. Por eso, si queremos alumnos motivados, primero debemos estarlo nosotros; si queremos que sean respetuosos debemos serlo nosotros; si los queremos atentos a los aprendizajes debemos querer aprender con ellos; si los queremos creativos debemos buscar novedades con ellos, etcétera.

   (Es decir, la actitud del profesor es crucial en la percepción que adquieren los alumnos sobre lo que aprenden y sobre el hecho mismo de aprender.)

9. El cerebro funciona como un todo integrado, de modo que parcelar los conocimientos en compartimentos estancos –ahora toca matemáticas y no hacemos más que matemáticas, por ejemplo–, contraviene el funcionamiento natural de este órgano.

   (Lo que equivale a decir que los aprendizajes transversales, que incluyan los intelectuales, artísticos, psicomotrices, etcétera, activarán zonas más amplias del cerebro, y ello se traducirá en una mejor fijación de estos aprendizajes y sobre todo en una mejor capacidad de aplicación y utilización.)

10. El cerebro madura progresivamente con la edad, y de esta maduración dependen las habilidades mentales. Además, hay diferencias en cuanto al ritmo de maduración de cada persona y en lo referente a todos los aspectos mentales (capacidad de mantener y autoprovocar la atención, de retrasar las recompensas, de motivarse y automotivarse, de generar y gestionar el pensamiento abstracto, de controlar conscientemente las emociones una vez se han generado, etcétera), lo que implica que hay que respetar los tempos de los alumnos.

    (O, dicho de otro modo, adelantarse a los tiempos madurativos puede tener efectos contraproducentes, dado que el alumno se sentirá forzado a hacer cosas que realmente aún no está capacitado para hacer.)

11. El enemigo número 1 del aprendizaje y de la educación es el estrés crónico, que puede alterar las conexiones neurales de determinadas zonas del cerebro, entre las que destacan las implicadas en la capacidad de reflexión, de control emocional, de toma de decisiones y de control ejecutivo.

    (Lo que contribuye a formar personas más impulsivas –por oposición a las reflexivas– y con una menor capacidad de toma de decisiones de forma autónoma.)

Y, como colofón, el principal aliado de la educación es el placer.

Bibliografía para saber más

Blakemore, S. J., Frith, U. (2011). Cómo aprende el cerebro. Barcelona: Ariel.

Bueno, D. (2011). El enigma de la libertad. Una perspectiva biológica y evolutiva de la libertad humana. Alzira: Bromera / Valencia: Publicacions de la Universitat de València.

Bueno, D. (2015) «¿Otro ladrillo en el muro?». En: Humanidades e investigación científica. Una propuesta necesaria (pp. 87-110). Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Bueno, D. (2016). Cerebroflexia. El arte de construir el cerebro. Barcelona: Plataforma.

Burguet, M., Bueno, D. (2014). Educació per a una cultura de pau. Una proposta des de la pedagogía i la neurociencia. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Forés A, Gamo, J. R., Guillén, J. C., Hernández, T., Ligioiz, M., Pardo, F., Trinidad, C. (2015). Neuromitos en la educación. Barcelona: Plataforma.

Mora, F. (2014). Neuroeducación. Madrid: Alianza.

Mora, F. (2014). Cómo funciona el cerebro. Madrid: Alianza.

Redolar, D. (ed.) (2014). Neurociencia cognitiva. Barcelona: Médica Panamericana.

Sánchez, X., Redolar, D., Bufill, E., Colom, F., Vieta, E., Bueno, D. (2014). ¿Somos una especie violenta? Barcelona: Edicions de la UB.

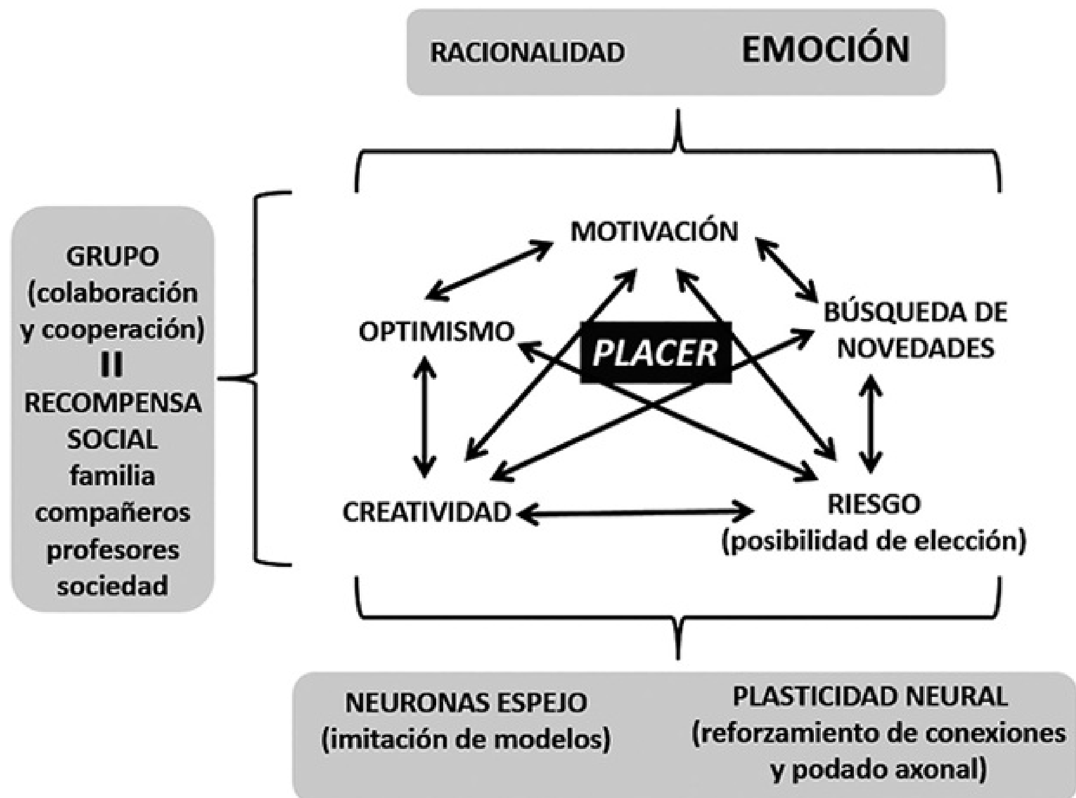
Swaab, D. F. (2014). Somos nuestro cerebro. Cómo pensamos, sufrimos y amamos. Barcelona: Plataforma.

¡Bonus track!

Si han llegado hasta aquí, son ustedes merecedores de un premio a la paciencia y a la constancia: un esquema que resume las relaciones existentes entre la motivación, la creatividad, el placer, etcétera, tal como he ido mencionando a lo largo del libro. Las he estructurado sobre la base de los tres aspectos imprescindibles en la educación: las emociones y la racionalidad (en la parte superior del esquema), la biología neuronal del cerebro (en la parte inferior del esquema) y los aspectos grupales del aprendizaje (a la izquierda del esquema). Lo más interesante de todo, si se fijan bien, radica en que todas las flechas son bidireccionales. Lo cual es muy relevante, porque los educadores no somos supermujeres ni superhombres que lo podamos abordar todo, ni lo debemos ser. Todos tenemos nuestras fortalezas y nuestras debilidades. Conocer nuestras debilidades es el primer paso para que sean algo menos débiles. Conocer las fortalezas nos indica el camino a seguir con nuestros alumnos. No es necesario que les motivemos, que les estimulemos en la búsqueda de novedades, en la creatividad, en el optimismo, que les dejemos elegir siempre… La gracia del cerebro es que todo está conectado. Si somos buenos motivando a los alumnos, motivémoslos y el resto de elementos ya irán viniendo solos; si nos sentimos más cómodos ayudándoles a buscar novedades, hagámoslo desde esta vertiente, etcétera. Y si los podemos tensar desde dos lugares diferentes, o tres, aún mejor, pero no es necesario que nos forcemos a hacerlo siempre todo, a hacerlo todos todo.

Repito, no somos ni supermujeres ni superhombres, ni debemos querer serlo. En el transcurso del libro he ido poniendo varios ejemplos para hacerlo más gráfico y comprensible y, sobre todo, para predicar con el ejemplo: he empezado con unas canciones (emociones), les he hecho elegir entre dos opciones (riesgo), he hablado de algunas anécdotas personales y del entorno social (los aspectos grupales), etcétera. Espero que la mayor parte de casos no les hayan parecido excesivamente pueriles, como por ejemplo llamar a este esquema *bonus track*. En cambio, sí espero haberles provocado, de vez en cuando, cierto placer, porque sin

placer nuestro trabajo, que debe ser ayudar a los alumnos a crecer en dignidad, estará predestinado al fracaso.



Sobre el autor

David Bueno i Torrens (Barcelona, 1965) es profesor e investigador de genética en la Universidad de Barcelona y ha sido investigador en la Universidad de Oxford. Su trabajo se centra en la formación del sistema nervioso y su relación con la conducta y los procesos de aprendizaje. Ha publicado sesenta artículos científicos especializados. Comprometido también en la socialización del conocimiento científico, ha publicado trece libros de divulgación, una novela para acercar la biología a los jóvenes y más de cuatrocientos artículos en prensa. Colabora en diversos programas de radio, ha participado en la redacción de obras enciclopédicas y dirige la colección Catàlisi de libros de divulgación en Ediciones de la UB.

Índice